



UNM

Dr. Hendra Jaya, S.Pd., M.T.
Yasser Abd Djawad, S.T., M.Sc., Ph.D.
Sutarsi Suhaeb, S.T., M.Pd.
Saharuddin, S.T., M.Pd.
Idhar A.Md.

EMBEDDED SYSTEMS AND ROBOTICS



BUKU AJAR
EMBEDDED SYSTEM AND
ROBOTICS

Dr. Hendra Jaya, S.Pd., M.T.
Yasser Abd Djawad, S.T., M.Sc., Ph.D.
Saharuddin, S.T., M.Pd.
Sutarsi Suhaeb, S.T., M.Pd.
Idhar, A.Md.



UNM

EMBEDDED SYSTEM AND ROBOTICS

Universitas Negeri Makassar
Fakultas Teknik
Pendidikan Teknik Elektronika

Penulis: Idhar

Desain Sampul: Idhar

Pembimbing:

1. Dr. Hendra Jaya, S.Pd., M.T.
2. Yasser Abd Djawad, S.T., M.Sc., Ph.D.

Penguji:

1. Sutarsi Suhaeb, S.T., M.Pd.
2. Saharuddin, S.T., M.Pd.

Validator Konten/Materi: Dr. Muh. Ma'ruf Idris, S.T., M.T.

Validator Desain/Media: Drs. Sabran, M.Pd.

@Desember2017

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya, sehingga Buku Ajar *Embedded System and Robotic* ini dapat diselesaikan dengan baik. Pembahasan materi pada buku ajar ini dilakukan dengan cara memaparkan landasan teori elektronika Robotic dan Embedded System.

Embedded System and Robotic adalah ilmu yang mempelajari tentang suatu sistem yang tertanam dimana membahas kesesuaian hardware dengan software dengan satu fungsi Khusus dan di rancang sedemikian rupa untuk digunakan secara praktis. Mata kuliah Embedded System and Robotic merupakan Mata kuliah pilihan.

Isi buku ini membahas Embedded System, System Akusisi Data, Mikrokontroler, Robotic, dan Aplikasi Rekayasa. dari sub-sub bab tersebut dapat menambah pengetahuannya lebih dalam, dikemas dalam bagian materi secara berurutan, disusun sedemikian rupa agar dapat di pahami.

Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusun dalam menyelesaikan buku ajar ini. Mudah-mudahan buku ajar ini dapat memberikan sedikit manfaat bagi para mahasiswa pada umumnya yang mengambil mata kuliah mikrokontroler dan interface.

Makkassar, Desember 2017
Penulis,.

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
1 Embedded System	1
1.1 Pengertian Embedded System	2
1.2 Klasifikasi Embedded System	3
1.2.1 Sistem Embedded berdiri sendiri (Stand Alone)	3
1.2.2 Sistem Embedded Real-Time	3
1.2.3 Networked Embedded Systems	4
1.3 Istilah Embedded System	4
1.4 Arsitektur Embedded System	10
1.5 Teknologi Prosessor	13
1.6 Platform Pengujian Embedded System	15
1.7 Sistem Waktu Nyata	17
1.8 Tren Teknologi Embedded System	19
1.9 Model Perancangan Embedded System	22
1.10 Level Perancangan Embedded System	26
1.11 Framework Perancangan Embedded System	27
Rangkuman	29
Tugas	30
Soal	31
2 Sistem Akusisi Data	33
2.1 Akusisi data	34
2.1.1 Sejarah	34
2.1.2 Pengertian Akusisi Data	34
2.2 Perkembangan Sistem Akuisisi Data	37

2.2.1	Konfigurasi Sistem Akuisisi Data	38
2.2.2	Sistem Kanal Banyak	38
2.2.3	Sistem Berkecepatan Tinggi	39
2.2.4	Sistem Akuisisi Jarak Jauh	40
2.3	Metodologi Akuisisi Data	41
2.4	Elemen Penunjang Sistem Akuisisi Data	42
	Rangkuman	45
	Tugas	45
	Soal	46
3	Mikrokontroler	47
3.1	Sejarah Mikrokontroler	48
3.2	Mikroprosesor	51
3.3	Mikrokontroler	53
3.4	Arsitektur Mikrokontroler AVR	54
3.5	Jenis-Jenis Mikrokontroler	57
3.6	Bahasa Pemrograman	58
3.6.1	Bahasa Mesin	58
3.6.2	Bahasa Assembly	58
3.6.3	Bahasa Tingkat Tinggi	59
3.6.4	Operator	59
3.7	Mikrokontroler AVR	59
3.7.1	Memori	61
3.7.2	Pin I/O and Interface	62
3.7.3	Skematik Mikrokontroler	63
3.7.4	Code Vision AVR	64
3.7.5	Downloader	66
	Rangkuman	67
	Tugas	68
	Soal	69
4	Papan Sistem Terpadu	71
4.1	Arduino	72
4.2	Arduino UNO	74
4.2.1	Pin Arduino	75
4.2.2	Arduino IDE	76
4.3	Wemos	77
4.3.1	Spesifikasi Wemos	78
4.4	Raspberry	82
4.4.1	Model Raspberry Pi	84

4.4.2	Aplikasi Penggunaan Raspberry Pi	84
4.4.3	Spesifikasi Board Raspberry Pi	85
4.4.4	Pin I/O	86
4.4.5	Sistem Operasi Raspberry	87
	Rangkuman	89
	Tugas	89
	Soal	90
5	Komunikasi data dan Interface	91
5.1	Kominiksai Data dan antara muka	92
5.2	Komunikasi Serial	92
5.3	Antara muka Serial dan USART	93
5.4	Register USART	94
5.4.1	Register UCSRA	95
5.4.2	Register UCSRB	96
5.4.3	Register UCSRC	96
5.5	Fitur pada Serial USART	97
5.6	Komponen dengan antarmuka USART	97
5.6.1	Bluetooth	98
5.6.2	Modul GSM	98
5.7	Antara muka Serial USART pada Mikrokontroler AVR	99
5.7.1	Rangkaian USART	99
5.7.2	Pemrograman USART	100
5.8	Antara Serial pada Arduino	101
5.8.1	Rangkaian USART	102
5.8.2	Pemrograman USART	102
5.9	Antara Muka Data Analog	103
5.9.1	Sinyal Analog	104
5.9.2	Pengertian ADC	105
5.9.3	Antara muka ADC pada Mikrokontroler AVR	106
5.10	Antara Muka Data Digital	106
5.10.1	Sistem Digital dan Hubungannya Dengan Sistem Analog	107
5.10.2	Light Emiting Diode	108
5.10.3	Seven Segment	108
5.11	Antara Muka LCD	109
5.11.1	Fungsi Pin-Pin Modul LCD	110
5.11.2	Interface LCD di Mikrokontroler AVR	111
5.11.3	Rangkaian Hardware	111
	Rangkuman	113
	Tugas	113

Soal	114
6 Robotics	115
6.1 Sejarah Robotika	116
6.2 Karakteristik Robot	117
6.3 Klasifikasi Robot	118
6.3.1 Robot Mobile	118
6.3.2 Robot Jaringan	119
6.3.3 Robot Manipulator	120
6.3.4 Robot Humanoid	120
6.3.5 Robot flaying	122
6.4 Komponen Dasar Robot	122
6.4.1 Resistor	122
6.4.2 Elko	123
6.4.3 Ic Regulator	125
6.4.4 Dioda	126
6.4.5 LED	127
6.5 Sensor	128
6.5.1 Sensor Cahaya	128
6.5.2 Pir	130
6.5.3 Ultrasonic	130
6.5.4 UVTRON	131
6.5.5 Kompas	132
6.5.6 Gyro	133
6.5.7 kamera	134
6.6 Aktuator	135
6.6.1 Motor DC	135
6.6.2 Brushless	136
6.6.3 Motor Servo	137
6.6.4 Motor Stepper	139
6.6.5 Selenoid	140
6.6.6 Pneumatic	140
6.7 Mikrokontroler Robotic	141
6.8 Kenematika Robot	143
Rangkuman	145
Tugas	146

7 Aplikasi Embedded Sistem Robotics	147
7.1 Embedded Sytem path Planning Kombinasi Gripper	148
7.1.1 Rangkaian sensor	149
7.1.2 Sistem Minimum (SisMin)	150
7.1.3 Rangkaian Tombol	151
7.1.4 Rangkaian Driver	152
7.1.5 Desain	152
7.1.6 Code Vision AVR	153
7.1.7 ISP Downloader	154
7.1.8 Desain Penggunaan Pin Mikrokontroler Atmega32 . .	154
7.1.9 Desain Software (Program) Path Planning	156
7.2 Akses Kontrol Pintu Dengan Sidik Jari	159
7.2.1 Sumber Tegangan	164
7.2.2 Rangkaian Relay	164
7.2.3 Sensor Ultrasonik	166
7.2.4 Sensor Fingerprint	167
7.2.5 Selenoid Door Lock	168
7.2.6 Display LCD	170
7.2.7 Tombol Push Botton	171
7.2.8 Saklar Limit	172
7.2.9 Desain pintu menggunakan sidik jari	173
Rangkuman	175
Tugas	175
Soal	176
Daftar Pustaka	177
Kunci Jawaban Soal Formatif	178
Glosarium	187

Bab 1

Embedded System

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu menjelaskan apa itu Embedde System.
2. Peserta didik mampu menyebutkan contoh Embedded System.
3. Peserta didik mampu menentukan setiap Klasifikasi Embedded System.
4. peserta didik mengemukakan Model Perancangan Embedded System.

1.1 Pengertian Embedded System

Embedded system atau sistem tertanam merupakan sistem komputer khusus yang dirancang untuk menjalankan tugas tertentu dan biasanya sistem tersebut tertanam dalam satu kesatuan sistem. Sistem ini menjadi bagian dari keseluruhan sistem yang terdiri atas mekanik dan perangkat keras lainnya. Bidang embedded system mencakup penguasaan perangkat keras (hardware). Sistem embedded merupakan sebuah sistem (rangkaiian elektronika) digital yang merupakan bagian dari sebuah sistem yang lebih besar, yang biasanya bukan berupa sistem elektronika.



Gambar 1.1: Embedde System Petama kali (Apollo)

Embedded System merupakan Sebuah system yang memcakup sebuah sistem yang lebih besar yang didukung sebuah chip mikrokontroler yang merupakan salah satu piranti kontrol yang digunakan sebagai kendali dari sistem tertanam. (Embedded System). sebagai piranti kontrol yang dapat diprogram dengan membuat kecerdasan buatan terlebih dahulu yang sering disebut artivisual intelegensi. rancangan kecerdasan buatan dapat dapat di wujutkan melalui progran yang di tanam pada memory, serta dilengkapi I/O.

1.2 Klasifikasi Embedded System

Kata embedded menunjukkan bagian yang tidak dapat berdiri sendiri. Berbeda dengan sistem digital yang didesain untuk general purpose. Embedded system biasanya diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler, sistem embedded dapat memberikan respon yang sifatnya real time dan banyak digunakan pada peralatan digital, seperti jam tangan. Embedded system berkisar dari perangkat portable seperti jam digital dan MP3 player, untuk instalasi stasioner besar seperti lampu lalu lintas, pengontrol pabrik, atau mengontrol sistem pembangkit listrik tenaga nuklir. Oleh karena itu embedded System di klasifikasikan menurut suatu System yang tertanam didalamnya.

Embedded sistem dirancang sedemikian rupa untuk menjalankan suatu sistem khusus untuk menjalankan suatu tugas tertentu, maka untuk berjalannya suatu sistem tersebut harus dilengkapi dengan beberapa sistem seperti sistem digital, sistem rangkaian elektronika, aktivisual intelgen, feedback dan Aktuator. untuk menjalankan suatu sistem maka harus tersusun secara sistematis agar sistem tertanam dapat menjalankan tugas sesuai fungsi khususnya.

1.2.1 Sistem Embedded berdiri sendiri (Stand Alone)

Sistem embedded yang termasuk kategori ini dapat bekerja sendiri. Sistem embedded ini dapat menerima input digital atau analog, melakukan kalibrasi, konversi, pemrosesan data serta menghasilkan output data ke peripheral output misalnya display LCD. Contoh alat yang termasuk kategori ini adalah konsol video game, MP3 player, kamera digital.

1.2.2 Sistem Embedded Real-Time

Sistem dapat dikategorikan sebagai real-time jika waktu respon merupakan hal yang sangat penting. Beberapa tugas tertentu harus dilakukan pada periode waktu yang spesifik. Ada 2 tipe sistem embedded real time yaitu sistem embedded hard real time dan soft real-time.

1. Sistem Embedded Hard Real-Time

Untuk sistem embedded ini, pengerjaan operasi melebihi waktu yang ditentukan dapat menyebabkan terjadinya kegagalan yang fatal dan menyebabkan kerusakan pada alat. Batas waktu respon untuk sistem ini sangatlah kritis yaitu dalam milidetik bahkan lebih singkat lagi. Contohnya penyelesaian operasi yang tidak sesuai waktunya pada sistem embedded kontrol rudal dapat menyebabkan bencana. Sistem

embedded ini juga dapat ditemui pada kehidupan sehari-hari misalnya pada sistem kontrol kantong udara pada mobil. Waktu tunda pada sistem ini dapat mengancam keselamatan pengendara mobil karena kecelakaan biasanya terjadi dalam waktu yang sangat singkat. Sistem embedded harus dapat bekerja dengan batas waktu yang sangat tepat. Pemilihan chip dan RTOS sangatlah penting pada sistem embedded hard real-time ini.

2. Sistem Embedded Soft Real-Time

Pada beberapa sistem embedded lainnya keterlambatan waktu respon dapat ditoleransi pada batas tertentu. Pelanggaran batas waktu dapat menyebabkan performansi menurun namun sistem dapat tetap beroperasi. Contoh alat pada kategori ini adalah mikrowave dan mesin cuci. Walaupun ada batas waktu untuk setiap operasinya namun keterlambatan yang dapat ditoleransi dapat dalam hitungan detik bukan milidetik.

1.2.3 Networked Embedded Systems

Sistem embedded jaringan menghubungkan jaringan dengan interface jaringan ke sumber akses. Jaringan yang dihubungkan bisa jadi Local Area Network (LAN), Wide Area Network (WAN) atau internet. Sambungan dapat menggunakan kabel atau nirkabel. Networked embedded system dapat dikategorikan berdasarkan sambungannya tersebut. Namun dalam banyak sistem, penggunaan kabel maupun nirkabel dalam sistem embedded sering dilakukan. Contoh dari LAN networked embedded system adalah sistem pengamanan rumah dimana semua sensor (misalnya pendeteksi gerak, sensor tekanan, sensor cahaya ataupun sensor asap) semua terhubung melalui kabel dan dijalankan dengan protokol TCP/IP.

Sistem pengamanan rumah dapat diintegrasikan dengan jaringan sistem pengamanan rumah dengan tambahan jaringan kamera yang dijalankan dengan protokol HTTP. Jadi semua sistem embedded dapat dikategorikan seperti klasifikasi sebelumnya namun pembagiannya tidak mutlak. Subsistem dari sistem embedded jaringan dapat real-time ataupun non real-time. Sistem real-time dapat berdiri sendiri atau terhubung dengan jaringan.

1.3 Istilah Embedded System

Saat ini serapan bahasa asing semakin banyak diperlukan dalam bahasa Indonesia sejalan dengan semakin banyaknya istilah-istilah baru dalam

bahasa asing yang diperkenalkan. Tidak semua istilah asing ada padanannya dalam bahasa Indonesia sehingga perlu untuk diserap. Ada juga istilah bahasa asing yang padanannya kurang enak didengar oleh orang Indonesia. Salah satu istilah yang artinya kurang enak didengar adalah *embedded system*. Terjemahan bahasa Indonesia untuk kata ini adalah sistem benam. Enak dan tidak enak memang ada hubungannya dengan kebiasaan. Jika sudah terbiasa akan terasa enak juga.

Berdasarkan definisi-definisi para pakar di atas dapat diambil definisi *embedded system* sebagai sebuah sistem berbasis mikroprosesor yang dirancang untuk tujuan khusus yang ditanamkan pada sistem lain dan tidak dapat diprogram oleh pengguna. Kelebihan *embedded system* adalah memiliki fitur umum yang memungkinkan untuk ditanamkan pada berbagai sistem dan meningkatkan fasilitas sistem tersebut. Ciri-ciri umum sistem yang membedakan dengan sistem yang lain adalah sebagai berikut.

1. Dirancang untuk aplikasi tertentu

Embedded system adalah proses yang dirancang untuk tujuan tertentu (*single purpose processor*). Fungsi-fungsi yang memerlukan kecepatan proses diimplementasikan sebagai perangkat keras. Sistem dirancang presisi terhadap kebutuhan fungsional. Komponen utama unit kendali dan *datapath*. Prosesor yang dirancang tidak seperti prosesor yang digunakan umum untuk komputer personal. Fungsi-fungsi yang diimplementasikan sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan. Sebuah JPEG encoder hanya melakukan fungsi kompresi file gambar ke dalam format JPEG. Prosesor pengatur suhu pada sebuah AC hanya melakukan pengaturan kendali hidup dan mati AC berdasarkan perubahan suhu ruangan.

Autofocus pada kamera hanya mengatur fokus kamera digital pada sebuah objek yang dituju. Berbeda dengan unik fungsi yang terdapat pada prosesor umum yang mengakomodasi hampir semua operasi seperti operasi logika (*and, or, not*) operasi dasar aritmatika (*penjumlahan, pengurangan, pengalih, pembandingan*) operasi aritmatika yang lebih kompleks. Pada *embedded system* hanya operasi-operasi tertentu yang diimplementasikan sesuai dengan fungsi yang didukungnya. Misal sebuah sistem *embedded system* hanya membutuhkan penjumlahan, pengurangan, dan pembandingan maka, hanya 3 unit fungsi itu saja yang diimplementasikan. Salah satu perbedaannya terletak pada unit fungsi sistem.

2. Respon cepat

Waktu Respon yang cepat terhadap pemicu yang berasal dari lingkungan. Proses autofocus pada kamera digital menjadi berarti jika prosesnya memenuhi tenggat waktu tertentu. Tangkat waktu respon berbeda-beda untuk setiap sistem rancangan yang berbeda. Orde waktu Respon yang berbeda disesuaikan dengan kebutuhan yang disyaratkan. Perangkat keselamatan pada mobil, air bag sistem, perlu beraksi kurang dari satu detik sementara perubahan pengaturan AC ruangan tidak perlu secepat itu. Respon cepat ini penting terutama untuk sistem yang dirancang Real Time. Sistem pengukuran jarak kendaraan untuk keperluan parkir perlu waktu respon yang cepat. Jika responnya telat maka informasi jarak yang diterima oleh pengendara tidak akurat dan menjadi tidak berarti lagi.

3. Domain perangkat keras

Pada embedded system proses dapat diimplementasikan sebagai perangkat keras maupun perangkat lunak. Perangkat keras melakukan proses lebih cepat dari perangkat lunak karena tidak perlu mengakses memori instruksi dan mendefinisikan jenis instruksinya. Pada implementasi embedded system perangkat keras menjadi domain dan memastikan proses-proses penting dilakukan dalam tempo waktu tertentu. Isu utama pada aplikasi embedded system adalah real-time waktu respon menjadi hal penting dalam implementasinya.

4. Murah

Embedded system adalah fungsi tambahan yang ditanam pada produk lain karena karenanya harus memenuhi standar biaya tertentu. Salah satu kelemahan pengguna perangkat keras yang domain adalah biaya tinggi. Implementasi dengan perangkat keras lebih mahal dari pada implementasi dengan perangkat lunak. Dalam mengatasi tarik ulur antara kecepatan dan biaya salah satu solusinya adalah jumlah produksi yang besar.

5. Supplier listrik rendah

Sistem yang ditanamkan pada sistem lain mendapatkan suplai listrik yang induknya. Sebagai sistem yang menginduk maka konsumsi listriknya harus kecil supaya tidak mengganggu sistem induknya. Pengaturan perancangan perangkat keras/perangkat lunak menjadi penting operasi-operasi yang menyebabkan pengguna listrik yang tinggi harus dihindari.

Kelima ciri umum tersebut merupakan pembeda sebuah *embedded system* dibandingkan dengan sistem prosesor yang lainnya. Prosesor yang dapat melakukan banyak fungsi harus didukung oleh penggunaan perangkat lunak dengan menggunakan memori instruksi sebagai batas operasinya. Ciri pertama yang hanya melakukan sebuah fungsi tertentu menjadi penting karena mempengaruhi pada aspek-aspek lain seperti kecepatan respon, biaya dan supply listrik.

Perkembangan *embrio sistem* semakin penting pada hari ini sejalan dengan kebutuhan pengguna. beberapa unsur penting pada aplikasi *embedded system* adalah sebagai berikut:

1. Waktunya (*real time*)

Terdapat banyak aplikasi yang membutuhkan garansi waktu respon. Semakin kecil waktu respon yang disediakan maka semakin dekat dengan sistem waktu nyata. Kualitas sebuah sistem *real-time* ditentukan oleh pemenuhannya terhadap toleransi tanggal waktu yang diisyaratkan.

2. Aman bagi pengguna (*safe*)

Aplikasi *embedded system* banyak digunakan pada sistem yang menyangkut keamanan pengguna seperti aplikasi untuk pengendali otomatis pada pesawat terbang, pengaman/kantung keselamatan pada mobil yang mendeteksi otomatis bencana. *Embedded system* harus dipastikan bekerja dengan baik pada kondisi kritis dengan memberikan garansi waktu respon.

3. Aman dari serangan sistem (*secure*)

Fungsi keamanan ini menjadi penting karena dimungkinkan adanya usaha-usaha mengganggu sistem untuk merusak jaringan sistem. Pengamanan sistem dari gangguan luar diantaranya dengan mengembangkan perangkat *embedded System* yang tahan dari serangan. Serangan yang dimaksud disini berupa penghancuran sistem atau penyerangan terhadap fungsi sistem sehingga sistem tidak dapat bekerja dengan baik.

4. Mampu menangani kegagalan (*fault tolerant*)

Sistem dirancang dengan lebih kuat dan tahan terhadap kegagalan. Salah satu cara dengan menggunakan sistem cerdas yang dalam batas-batas tertentu mampu menangani kegagalan secara sistem. Sistem seperti ini tidak terlalu bergantung pada operator

5. Sistem diperuntukan fungsi khusus

Perangkat-perangkat yang tidak dijalankan langsung oleh manusia seperti pesawat tidak berawak atau robot-robot bekerja adalah contoh implementasi embedded system pada sistem khusus.

Produk-produk embedded system sangat banyak dan diimplementasikan untuk berbagai keperluan sehari-hari. Berikut beberapa contoh produk embedded system :

Telepon seluler, pengendali pesawat, kamera digital, mesin cuci, pengukur jarak kendaraan, kartu pintar robot, terminal penjualan, mesin pemanas, permainan anak, pengendalian papan ketik, kartu jaringan, pengendalian printer laser, telepon dengan memori, sistem biomedik, router, switch, bridge, hub, ATM Bank, transaksi kartu kredit, kartu telepon bergerak, pengiriman/penerima FAX, pemroses suara, pemroses gambar, kompresi dan dekompresi JPEG, video game, system musik, telepon cerdas, komputer bergerak, jaringan lokal nirkabel, video interaktif, IPv6 pita lebar, video waktu nyata, kartu keamanan, kartu enkripsi dan dekripsi dan pengukuran ke dalam air masih banyak lagi produk lain dibuat berbasis embedded system.

Sebagian besar produk-produk embedded system yang dicontohkan telah digunakan dalam keseharian seiring dengan jalannya waktu, kebutuhan tersebut terus meningkat sesuai dengan meningkatnya tuntutan dari konsumen. Kebutuhan atau mungkin keinginan dari konsumen menyebabkan peningkatan permintaan perangkat embedded system. Ini menuntut pada perancang untuk terus berinovasi dalam mendukung layanan layanan yang diperlukan oleh pengguna.

Peningkatan Kebutuhan ini menyebabkan Apa yang disebut sebagai tekanan waktu pasar, yaitu semakin pendeknya waktu produk untuk memenuhi pasar. Semakin besarnya tuntutan pasar menyebabkan proses pembuatan perangkat embedded system harus semakin cepat sehingga tidak ketinggalan oleh perkembangan pasar.

Permintaan terhadap produk embedded system terus meningkat sejalan dengan semakin tinggi tingkat permintaan pengguna peralatan. Beberapa contoh aplikasi yang mungkin saat ini belum terverifikasi mungkin untuk dilakukan seperti penggunaan chip embedded system yang ditanamkan pada berbagai produk yang terdapat di setiap tempat jadwal perjalanan kendaraan umum yang ditanam oleh halte-halte atau sistem pintar yang ditanam pada CCTV.

Sistem pintar portable yang digunakan untuk mengakses informasi dan melakukan analisis secara otomatis. Kegunaan yang diperoleh misalnya ba-

gi seorang anggota dewan atau pejabat tidak perlu mengingat berbagai hal pada saat dia perlu informasi tertentu misal ekonomi dunia maka dapat mengakses alat tersebut dan mendapatkan informasi yang dibutuhkan beserta analisisnya. Dengan peralatan-peralatan masa depan ini manusia akan lebih terlayani dan lebih mudah.



Gambar 1.2: Perangkat yang di dalamnya terdapat embedded System

Peningkatan Kebutuhan ini menyebabkan Apa yang disebut sebagai tekanan waktu pasar, yaitu semakin pendeknya waktu produk untuk memenuhi pasar. Semakin besarnya tuntutan pasar menyebabkan proses pembuatan perangkat embedded system harus semakin cepat sehingga tidak ketinggalan oleh perkembangan pasar. Permintaan terhadap produk embedded system terus meningkat sejalan dengan semakin tinggi tingkat permintaan pengguna peralatan.

Beberapa contoh aplikasi yang mungkin saat ini belum terverifikasi mungkin untuk dilakukan seperti penggunaan chip embedded system yang ditanamkan pada berbagai produk yang terdapat di setiap tempat jadwal perjalanan kendaraan umum yang ditanam oleh halte-halte atau sistem pintar yang ditanam pada CCTV. Sistem pintar portable yang digunakan untuk mengakses informasi dan melakukan analisis secara otomatis. Kegunaan yang diperoleh misalnya bagi seorang anggota dewan atau pejabat tidak perlu mengingat berbagai hal pada saat dia perlu informasi tertentu misal ekonomi dunia maka dapat mengakses alat tersebut dan mendapatkan informasi yang dibutuhkan beserta analisisnya. Dengan peralatan-peralatan

masa depan ini manusia akan lebih terlayani dan lebih mudah.

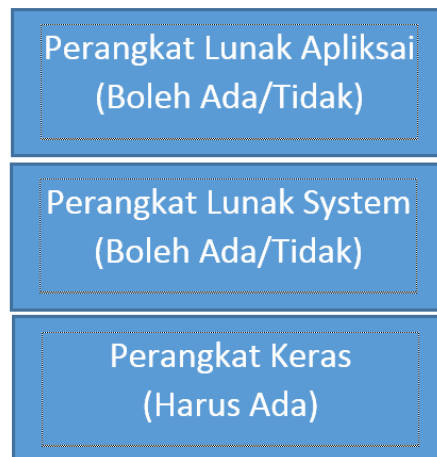
1.4 Arsitektur Embedded System

Dipandang secara umum produk elektronika dapat dianggap sebagai integrasi fungsi perangkat keras dan perangkat lunak. Penggunaan perangkat keras tidak dapat dihindari sebagai tempat jalankannya semua proses. Disana terdapat komponen komponen fisik elektronik, aliran-aliran listrik interkoneksi antar komponen dan perangkat masukan/keluaran. Perangkat keras menjadi basis fungsi-fungsi sebuah produk. Perangkat lunak Pada dasarnya tidak ada tidak kasat mata lebih merupakan sebuah konsep. Perangkat lunak secara inhernt terdapat pada fungsi yang dijalankan oleh perangkat keras sebuah program yang merupakan perangkat lunak terdiri dari sekumpulan instruksi bahasa mesin contoh instruksi dalam mikroprosesor MIPS :

Bahasa assembly : add St2, Ss2, St1

Bahasa mesin : 000000 10010 01001 01010 00000 100000

Logika instruksi tersebut adalah penjumlahan isi register s2 dan berisi register t1 hasilnya disimpan dalam register t2.



Gambar 1.3: Model Lapisan Embedde System

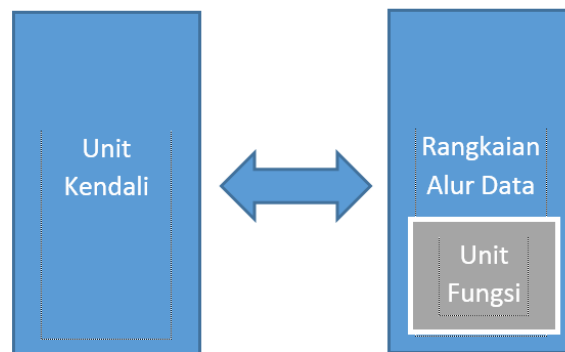
Instruksi adalah kumpulan 32 bit bilangan biner yaitu 0 dan 1. Bilangan biner yang dimaksud tidak kasat mata nyatanya berupa aliran listrik yang tersimpan dalam flip-flop, listrik level tinggi (untuk menyidik mengin-

dikasikan angka 1) dan level rendah (untuk mengindikasikan angka 0) atau kapasitor yang terisi (untuk mengindikasikan angka 1) dan kosong (untuk mengindikasikan angka 0). Logika 0 dan 1 tersimpan secara fisik. Logika proses yang tersimpan dalam sebuah program sering kita sebut dengan perangkat lunak yang pada ujungnya tersimpan sebagai Kumpulan bit-bit data dalam bentuk aliran listrik voltase tinggi dan rendah.

Pada sistem dengan proses yang lebih kompleks perangkat lunak dibagi dua bagian yaitu perangkat lunak sistem operasi dan perangkat lunak aplikasi. Sistem operasi berperan untuk mengatur komunikasi dengan perangkat keras dan mengatur proses dalam embedded system perangkat sebuah produk dapat dipandang sebagai tiga lapisan.

1. Perangkat keras (harus ada)

Bagian ini harus ada sebagai bentuk dasar dari sebuah produk elektronik. Perangkat keras menjalankan fungsi utama embedded system. Didalamnya terdapat dua rangkaian utama yaitu unit kendali dan rangkaian alur data yang didalamnya terdapat unit fungsional alur data dan unit fungsional dikendalikan oleh unit kendali. Kedua rangkaian ini membentuk dasar embedded System yang harus ada sebagai fungsi minimal lapisan perangkat keras ini dapat berjalan sendiri atau didukung oleh perangkat lunak.



Gambar 1.4: Komponen Embedded System

2. Perangkat lunak sistem operasi (boleh ada atau tidak ada)

Perangkat lunak sistem operasi diperlukan pada sistem yang lebih kompleks untuk mengatur sumber daya yang dapat diakses oleh apli-

kasi penjadwalan proses yang dan pengelolaan memori. Perangkat lunak operasi yang paling sederhana sering disebut sebagai kernel. Pada sistem perangkat lunak sistem operasi yang digunakan adalah sistem operasi waktu nyata.

3. Perangkat lunak aplikasi (boleh ada atau tidak ada)

Aplikasi adalah fungsi embedded system yang tidak disediakan oleh perangkat keras. Aplikasi ini disimpan dalam memori flash atau ROM. Aplikasi mengakses perangkat keras melalui layanan yang disediakan oleh sistem operasi. Fungsi aplikasi adalah untuk melengkapi proses yang tidak didefinisikan dalam rangkaian fisik. Pemilihan implementasi proses dalam bentuk perangkat lunak atau perangkat keras dibahas pada tahap pemisahan perangkat keras atau perangkat lunak dengan tujuan untuk optimasi produk tujuan optimasi ini adalah untuk memenuhi batasan biaya dan kecepatan sebuah produk embedded system.

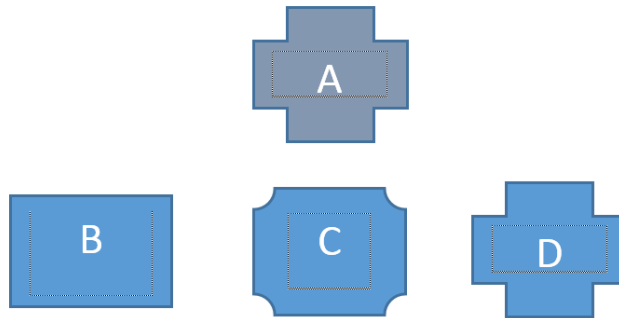
Model lapisan embedded system menunjukkan bentuk umum yang terdapat pada sebuah produk sistem pada sudut pandang yang lebih tinggi. Secara umum yang beda sistem ini minimal memiliki sebuah rangkaian perangkat keras minimal atau memiliki seluruh layer (perangkat keras, sistem operasi dan aplikasinya). Layer perangkat keras terdiri dari sebuah komponen fisik yang terletak pada papan embedded system, sementara sistem operasi dan aplikasi berada di atas dan diproses oleh perangkat keras.

Jika digambarkan dalam bentuk lapisan bagian perangkat keras adalah bagian paling bawah tempat dijalankan sebuah instruksi dan aplikasi. Perangkat keras ini dibungkus oleh perangkat lunak seperti operasi sebagai pengatur sumber daya processor sementara di atasnya adalah aplikasi. Bagian yang harus ada dalam perangkat keras sementara sistem operasi dan aplikasi bisa ada bisa tidak. Jika sistem operasi dan aplikasi tidak ada maka yang ada hanya processor dan aplikasi dalam bentuk perangkat keras.

Implementasi sistem seperti ini dalam bentuk prosesor khusus sistem seperti ini cocok untuk digunakan pada sistem yang sederhana seperti JPEG codec misalnya sistemnya cukup sederhana sehingga dapat diimplementasikan hanya dengan perangkat keras sistem yang lebih besar seperti untuk aplikasi game diperlukan tidak hanya perangkat keras tapi diperlukan juga sistem operasi dan aplikasi. Maka untuk implementasi aplikasi game model embedded system yang digunakan untuk sebanyak 3 tingkat seperti pada gambar.

1.5 Teknologi Processor

Processor adalah bagian penting dari embedded system. Prosesor berfungsi untuk melakukan suatu proses yang mengubah masukan menjadi keluaran. processor dalam kerjanya berinteraksi dengan memori. data atau instruksi tersimpan di dalam memori yang dikerjakan oleh prosesor. Hasil prosesnya disimpan lagi di dalam memori. Itulah proses sederhana yang terjadi dalam sebuah komputer. Disamping prosesor dan memory terdapat 1 bagian penting yang mengatur seluruh proses proses yang disebut unit kendali (control unit). Unit kendali ini, sesuai dengan namanya mengendalikan semua jalannya proses termasuk mengendalikan proses memori dan dirinya sendiri.



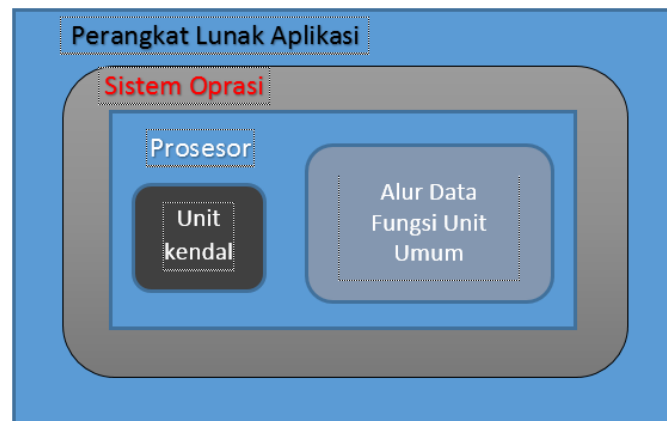
Gambar 1.5: Ilustrasi. (a) Kebutuhan fungsionalitas (b) Tujuan Umum, (c) Aplikasi Tertentu, dan (d) Tujuan Khusus.)

Ilustrasi kebutuhan fungsional sistem yang akan dibangun seperti pada gambar 7.3 (a) sebuah fungsi untuk menjumlahkan isi memori dari $M[1]$ sampai dengan $M[N]$ dan hasilnya disimpan di dalam variabel total. Jika diumpamakan sebagai kertas kosong maka proses tujuan umum seperti persegi panjang yang dapat dibentuk pada apa saja sesuai dengan keinginan pengguna, bentuk plus, segitiga, elips, lingkaran atau bentuk lain. sementara prosesor aplikasi tertentu gambar 7.3 (c) tidak sebegas itu. Prosesor jenis ini masih menyediakan ruang untuk fleksibilitas kebutuhan pengguna hanya beberapa bagian sudah memiliki pola tetap. Fungsi-fungsi yang terdapat pada prosesor ini dapat bervariasi tapi pada domain masalah tertentu. Terakhir prosesor tujuan khusus pada gambar, sesuai dengan namanya benar-benar dirancang untuk suatu fungsi tertentu. Misalnya sebuah prosesor tujuan

husus dengan fungsi tadi maka rangkaian dibangun hanya berfungsi untuk menjumlahkan isi memori $M[1]$ sampai $M[N]$. Berikut ini dijelaskan ketiga jenis prosesor tersebut.

1. Processor Tujuan Umum

Processor tujuan umum yaitu prosesor yang dirancang untuk berbagai keperluan. Pada prosesor ini yang dominan adalah perangkat lunak. Komputer-komputer pribadi atau laptop yang banyak digunakan pada saat ini adalah contoh prosesor tujuan umum. Tujuan umum adalah kata kunci yang menunjukkan kemampuannya dalam melakukan pemrosesan lebih tepatnya kemampuan untuk secara fleksibel memenuhi fungsionalitas yang diperlukan pengguna.



Gambar 1.6: Hierarki sistem dalam sebuah komputer pribadi

Kemampuan sebuah prosesor tujuan umum ditunjang oleh perangkat lunak yang terdiri dari perangkat lunak sistem dalam kurung sistem operasi dan perangkat lunak aplikasi. Sistem operasi adalah pembungkus processor untuk berkomunikasi dengan pengguna secara manusiawi aslinya prosesor hanya mengenal bahasa mesin dengan jenis data bilangan biner 0 atau 1. Apapun perintahnya processor hanya mengenal bilangan biner tersebut.

Bahasa yang digunakan untuk berkomunikasi dengan mesin prosesor disebut bahasa mesin. Bahasa mesin adalah bahasa yang dibangun oleh sejumlah angka yang dapat diinterpretasikan oleh Central Processing Unit (CPU) dalam prosesor. CPU biasanya mempunyai program kecil yang ditambahkan langsung ke dalam chip disebut kode

mikro (microcode). Penerjemahan kode mikro mengubah instruksi-instruksi mesin ke dalam sinyal digital yang dimengerti oleh perangkat keras. Dengan bahasa mesin pengguna dapat menginstruksikan proses untuk melakukan sebuah tugas seperti pemindahan bilangan atau perhitungan aritmatik. Berikut contoh instruksi dalam bahasa mesin 10110000000000101

Jika dilihat sepintas, angka di atas tidak memiliki arti apapun. Hanya sekumpulan angka yang terdiri dari 1 dan 0. Deretan angka di atas adalah bilangan biner sistem penomoran yang dibangun hanya oleh angka 1 dan 0.

2. Prosesor untuk aplikasi tertentu

Proses ini dirancang untuk memerlukan pemrosesan pada kelas atau domain aplikasi tertentu. Kelas aplikasi ditunjukkan dengan kumpulan instruksi yang dibuat khusus untuk aplikasi-aplikasi dalam satu domain. Instruksinya dikhususkan untuk memudahkan penyelesaian fungsional pada suatu kasus walaupun instruksi-instruksi tersebut masih dapat dimodifikasi.

3. Proses tujuan khusus

Proses tujuan khusus adalah sebuah rangkaian digital yang dirancang untuk mengerjakan suatu program tertentu dan hanya satu. Contoh kamera digital yang melakukan pengambilan gambar analog, konversi ke sinyal digital memproses data digital dan menyimpan dalam bentuk file. Fungsi kamera digital menggantikan proses pengambilan dan pengolahan gambar manual berbasis film menjadi file gambar. Penggunaan proses tujuan khusus dalam embedded system memiliki kekurangan dan kelebihan. Kelebihannya terletak pada kecepatan yang tinggi ukuran atau catu daya kecil dan biaya per unit produknya kecil kalau dibuat dalam jumlah besar. Kekurangannya adalah biaya awal tinggi dan waktu proses perancangan yang lama disesuaikan dengan fungsi yang diinginkan dan tingkat fleksibilitas rendah karena sebagian besar perangkat keras.

1.6 Platform Pengujian Embedded System

Basis perancangan perangkat digital adalah perangkat yang digunakan untuk verifikasi hasil rancangan. Proses verifikasi sendiri membandingkan

antara hasil implementasi dengan fungsionalitas dan batas-batas yang telah didefinisikan dalam dokumen persyaratan produk. Fungsionalitas dan pemenuhan batasan-batasan produk yang menjadi acuan verifikasi produk. Verifikasi fungsionalitas dilakukan dengan melakukan pengujian keseluruhan (black box testing) dan pengujian secara rinci (white box testing). Batasan-batasan yang harus dipenuhi oleh sebuah produk menyangkut hal-hal yang krusial yang berkaitan dengan penggunaan produk oleh pengguna seperti ukuran koma harga konsumsi listrik dan kecepatan. Dalam pengujian produk hasil perancangan terdapat beberapa platform yang dapat digunakan untuk perancangan perangkat digital yaitu berbasis mikroprosesor, mikrokontroler, ASSP, dan Field Programmable Gate Array (FPGA).

1. Perancangan Berbasis Mikroprosesor

Mikroprosesor banyak digunakan dalam berbagai aplikasi kendali waktu nyata. Seperti pada aplikasi robot yang menggunakan prosesor dengan menggunakan interupsi untuk pemrosesan waktu nyata. Contohnya adalah interupsi pada tangan robot dan kendali motor. Aplikasi seperti ini menggunakan mikroprosesor sebagai mesin pengendali dan proses gerak robot.

2. Perancangan Berbasis Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah salah satu komponen yang digunakan pada embedded system. Sistem dapat dibuat dengan jumlah komponen yang sedikit. Pada mikrokontroler koma pekerjaan dibagi berdasarkan tingkat kecepatan respon yang diperlukan. Untuk pekerjaan yang memerlukan tingkat respon yang rendah dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman seperti C. Pekerjaan yang memerlukan update yang cepat dibuat dalam aplikasi pemrograman yang lebih rendah yaitu bahasa assembly.

3. Perancangan Berbasis Application-Specific Standard Product (ASSPs)

ASSP adalah komponen rangkaian digital yang dapat dikonfigurasi untuk aplikasi tertentu. Fungsional assp dikendalikan oleh bagian kendali dalam bentuk sinyal kendali. Seiring berjalannya waktu perancangan yang berbasis assp digunakan pada PCB. Pada aplikasi kendali robot koma ASSP dapat digunakan untuk mengendalikan motor untuk setiap sumbu robot.

4. Perancangan Menggunakan Filed Programmable Gate Array (FPGA).

FPGA adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk pengujian implementasi sebuah aplikasi embedded system. FPGA mendukung dirancangnya prosesor sistem operasi dan aplikasi pada sebuah board. Penggunaannya cukup mudah yaitu dengan merancang aplikasi dengan menggunakan bahasa pemrograman perangkat keras (hardware description language, HDL). Kemudian dimasukkan ke dalam papan FPGA.

Beberapa karakteristik FPGA adalah sebagai berikut:

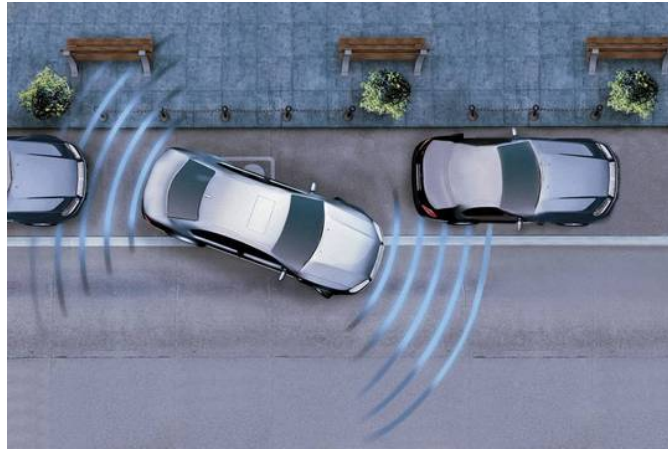
1. Mudah dikonfigurasi ulang FPGA dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan titik program yang tersimpan dalam fpga bersifat sementara dan tidak diubah setiap saat.
2. Mudah dikonfigurasi ulang FPGA dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan titik program yang tersimpan dalam fpga bersifat sementara dan tidak diubah setiap saat.
3. Kecepatan tinggi FPGA terdiri dari sekumpulan perangkat keras yang kecepatan clock yang tinggi karena itu aplikasi yang tertanam didalamnya memiliki kecepatan yang tinggi.
4. Aplikasi paralel rangkaian yang diterapkan dalam FPGA dapat dirancang dan bekerja secara paralel.
5. Perlindungan hak cipta dan penggunaan ulang rancangan ketika sebuah rancangan diterapkan pada FPGA aplikasinya tidak dapat dikembalikan lagi ke dalam bentuk program jadi terlindung dari orang-orang yang tidak bertanggung jawab program yang sudah dirancang dapat digunakan ulang Kapan waktu diperlu.

1.7 Sistem Waktu Nyata

Sistem waktu nyata adalah sistem yang memiliki kecepatan respon kurang dari nilai tertentu. Arti sesungguhnya dari waktunya tak adalah respon yang tanpa jeda. Sistem ideal seperti itu tidak setujunya ada. Selama menggunakan media untuk transfer informasi pasti memerlukan jeda waktu sekecil apapun. Pengertian waktu nyata disini tidak mesti benar-benar tanpa jeda tetapi memenuhi standar jeda tertentu. Secara umum terdapat dua ciri sistem waktu nyata.

1. sistem berbasis komputer yang berintegrasi dengan lingkungan.

2. memiliki standar waktu dalam memberikan respon terhadap lingkungan.



Gambar 1.7: Penggunaan Sensor Pengukuran Jarak

Sistem pengukur jarak mobil untuk keperluan parkir adalah contoh sistem waktu nyata. Sistem ini akan merespon sensor jarak dengan mengeluarkan bunyi peringatan jarak. Semakin dekat jarak mobil dengan sisi belakang tempat parkir maka peringatan tersebut semakin keras dan periodenya semakin cepat. Terdapat sensor jarak yang secara terus-menerus melakukan pendeteksian kemudian mengelolanya dengan mengeluarkan output berupa sinyal sirine. Tenggat waktu respon adalah waktu yang diperlukan dari mulai sensor mengirim sinyal mendapatkan pantulan menginformasikan ke pemroses, sinyal diproses dan mengeluarkan sirine. Pada kasus sensor jarak proses pendeteksian jarak sampai dengan berbunyi sirine harus memenuhi tenggat waktu tertentu karena diperlukan oleh pengemudi untuk mengambil keputusan.

Demikian juga dengan kantong keselamatan dan secara otomatis mengembangkan pada saat mobil tabrakan. Kantong keselamatan berfungsi melindungi pengemudi dari tabrakan fatal dan benturan dengan dashboard mobil. Dalam 2 contoh diatas keselamatan menjadi salah satu alasan mengapa sistem harus real time. baik kantong keselamatan maupun pengukuran jarak mobil tidak akan lagi berguna jika tenggat responnya melampaui waktu yang diisyaratkan.

1.8 Tren Teknologi Embedded System

Perkembangan tren embedded system dipicu oleh kebutuhan pasar. Beberapa area aplikasi utama yang diperlukan seperti kebutuhan perangkat militer. Perangkat otomatisasi penerbangan, perangkat keamanan dan perangkat kesehatan. Penggunaan perangkat embedded system sudah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari masyarakat. Setiap waktu dimana saja masyarakat melakukan interaksi dengan menggunakan perangkat embedded system yang tertanam dalam perangkat meliputi area barang-barang elektronik, medis, otomasi, telekomunikasi, industri, militer, dan otomotif. Beberapa tren yang saat ini dan beberapa tahun kedepan akan berkembang dan terkait erat dengan perkembangan embedded system diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Perangkat cerdas

Kebutuhan otomatisasi perangkat elektronika yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari semakin meningkat. Dipicu oleh keinginan untuk lebih mudah dan lebih cepat dalam penggunaannya. Pekerjaan-pekerjaan dirancang ulang dengan menggunakan peralatan yang lebih memudahkan penggunaan robot menggantikan manusia dalam produksi adalah salah satunya. Pekerjaan-pekerjaan di otomatiskan dengan menggunakan perangkat cerdas di dalamnya perangkat yang dapat bekerja seolah-olah punya alat berpikir dan dapat merespon perubahan lingkungan yang ada di sekitarnya sebagai manusia.

penggunaan alat-alat cerdas telah dimulai dengan skala dan level berbeda. Remot televisi, pintu garasi otomatis, mesin cuci otomatis, pengendali AC disesuaikan suhu ruangan, sampai kendali penerbangan pesawat otomatis (fly by wire) adalah beberapa contoh sistem cerdas yang digunakan saat ini. Dapat dibayangkan ketika semua perangkat telah memiliki alamat IP yang dapat diakses dari jaringan internet. Chip-chip yang tertanam dalam peralatan tersebut telah dilengkapi dengan sistem cerdas dan keamanan. Kunci rumah mobil garasi dan pengendali berbasis retina mata.

Sistem cerdas membutuhkan chip cerdas yang ditanam didalamnya berupa embedded system. Sebuah tuntutan untuk membuat embedded system yang cerdas, intelijen embedded system. Gabungan dari fungsi dasar embedded system dan sistem cerdas. Pada perkembangannya sistem cerdas telah dirancang berbagai metode kecerdasan buatan, sistem fuzzy, algoritma, genetika, back propagation dan mesin

pembelajar adalah contoh sistem cerdas yang dapat dikolaborasikan dengan embedded system. Gabungan kedua sistem tersebut menghasilkan chip yang memiliki kecerdasan dalam batasan tertentu. Kebutuhan dan keinginan pengguna untuk lebih mudah dan cepat menjadi salah satu pemicu trend perkembangan embrio sistem pada masa mendatang. Masih banyak area yang dapat ditingkatkan.

2. Prosesor Multi-Core

Perkembangan kebutuhan pemrosesan cepat meningkat. Processor 8 bit yang selama ini telah banyak digunakan dirasa tidak lagi memenuhi kebutuhan aplikasi. Pergeseran dari proses 8 bit ke 16 bit masih banyak memenuhi aplikasi dengan tingkat kecepatan proses dan throughput sedang seperti untuk kartu pintar. Kebutuhan aplikasi yang prosesnya lebih kompleks seperti router, telepon seluler dan game memerlukan tingkat pemrosesan yang tinggi sehingga diperlukan processor 32 bit yang memiliki kecepatan proses yang lebih tinggi.

Kebutuhan tidak berhenti sampai disini aplikasi-aplikasi baru seperti pemrosesan gambar konferensi pengenalan pola gambar adalah aplikasi yang memerlukan pemrosesan yang handal. Aplikasi-aplikasi ini memerlukan bandwidth yang lebih besar, kemampuan pemrosesan yang tinggi, algoritma yang lebih efisien dengan waktu respon yang tinggi. Terdapat kebutuhan-kebutuhan terhadap processor yang terdiri dari beberapa core (multicore prosessor). Dengan prosesor multicore dapat meningkatkan kecepatan proses dengan menghasilkan throughput yang tinggi.

3. Konvergensi Perangkat

Para pengguna layanan telepon seluler adalah salah satu contoh pasar perangkat Komplek yang menyediakan berbagai layanan aplikasi dalam satu sistem. Telepon seluler menyediakan layanan telekomunikasi suara dan teks. layanan ini telah lama digunakan dan layanan yang paling dasar. Video, televisi, internet, kamera digital, adalah layanan-layanan lain yang melengkapi kebutuhan pengguna dan terintegrasi dalam satu perangkat. Konsep konvergensi perangkat adalah penyatuan berbagai layanan dalam satu perangkat. Ipad, iPhone, Blackberry, adalah contoh gadget yang menyediakan berbagai layanan yang terintegrasi dalam satu perangkat. Disamping konvergensi perangkat terdapat konvergensi sistem layanan yang memungkinkan interaksi antara perangkat. Mungkin sedikit berbeda dengan konvergensi perangkat.

Pada sistem ini masing-masing perangkat berfungsi secara mandiri seperti kamera digital telepon seluler televisi tapi ada sebuah sistem yang dapat mengkomunikasikan perangkat-perangkat tersebut secara bersamaan. contoh aplikasi Digital Living Network Alliance (DLNA) , yang dapat mengkomunikasikan perangkat komputer, printer, game, dan dalam satu sistem tanpa mengubah konfigurasi masing-masingnya. Masing-masing perangkat hanya perlu terhubung dengan jaringan tersebut maka secara otomatis akan terhubung dengan perangkat perangkat lain dalam sistem.

4. Nirkabel

Selama beberapa waktu aplikasi embedded system bekerja dalam sebuah sistem yang terpisah dan berdiri sendiri. Dengan berkembangnya teknologi nirkabel baik protokol yang berdaya jangkauan rendah seperti wifi, RFID, bluetooth atau yang memiliki daya jangkauan seperti wireless local area network (WLAN), WiMAX, long term evolution (LTE), maka peluang perkembangan embedded system semakin tinggi. Salah satu area perkembangan embedded system dalam kaitannya dengan sistem nirkabel adalah arsitektur system on chip (SoC), pengurangan konsumsi listrik dan aplikasi aplikasi untuk sistem nirkabel jarak pendek.

5. Penggunaan Open Source

Perkembangan embedded system didukung oleh penggunaan perangkat keras, perangkat lunak sistem operasi dan protokol komunikasi. Masing-masing bagian tidak diperoleh secara gratis, harus memberikan royalti kepada pemilik paten produk tersebut. Tidak jarang biaya ini menjadi masalah yang dihadapi dalam pengembangan embedded system. Salah satu isi penting adalah adanya aplikasi aplikasi open source yang dapat digunakan secara gratis. Embedded Linux adalah sistem operasi waktu nyata yang dapat digunakan secara gratis Begitu juga dengan symbian OS open source. Dengan adanya aplikasi aplikasi berbasis open source maka perkembangan embedded system akan semakin tinggi karena biayanya yang rendah.

6. Keamanan

Masalah keamanan menjadi isu penting karena semakin banyaknya usaha-usaha untuk pencurian dan kecurangan pada sistem teknologi informasi. Data-data penting yang sensitif perlu mendapatkan perlindungan. Embedded security memiliki peran penting dalam menja-

min terlindunginya data-data penting. Embedded sistem operasi yang saat ini digunakan menyediakan dukungan untuk berbagai protokol jaringan dan keamanan nirkabel. Algoritma telah dirancang untuk dijalankan pada kondisi lingkungan yang terbatas. Keamanan menjadi isu penting karena data yang dilewatkan sangat bervariasi dari mulai data yang tingkat kerahasiaannya tinggi sampai data publik. Data-data keuangan, nasabah, intelijen adalah contoh data yang sensitif terhadap kebocoran. Pengamanan dilakukan dengan semua level, fisik, sistem, operasional dan organisasi. Kebutuhan chip-chip yang di samping cepat dan pintar, juga memiliki standar keamanan dan tingkat tertentu. Kebutuhan chip yang secara implisit terdapat sistem keamanan didalamnya menjadi penting dan trend pada masa yang akan datang.

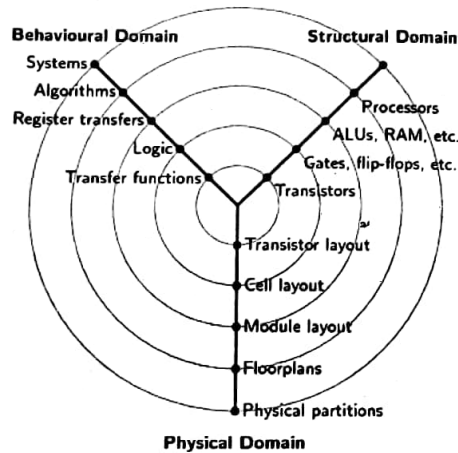
1.9 Model Perancangan Embedded System

Model adalah sebuah pola sederhana dari sebuah sistem yang menggambarkan fungsi-fungsi sistem. Model dibuat untuk memudahkan dalam menggambarkan kondisi yang sebenarnya. Model memiliki tingkat abstraksi yang lebih tinggi dari sistem yang sesungguhnya tanpa kehilangan fungsi-fungsi dasar sistemnya. Dengan abstraksi ini perancang dapat membuat rancangan yang sederhana untuk dikembangkan menjadi sistem yang sebenarnya.

Dilihat dari sudut pandang perancang sistem, terdapat beberapa model perancangan embedded system yang penanamannya disesuaikan dengan perilaku model tersebut. Berikut ini beberapa tipe siklus pemodelan embedded system.

1. Model Y-Chart

Model ini dirancang oleh Daniel Gajski pada tahun 1983 model ini disebut y-chart secara grafis terlihat membentuk huruf y. Gajski merancang proses pemodelan dengan melihat sistem dari 3 Sisi yang berbeda yaitu perilaku, struktur, dan fisik. Pada sudut pandang perilaku terdapat 5 abstraksi pemodelan yaitu system, algorithms, register transfer, logic dan transfer function. Pada sudut pandang struktur terdapat 5 abstraksi struktur yang berbeda mulai dari CPU, subsistem buses, ALU register, gate flip flop dan transistor. Pada sudut pandang fisik terdapat 5 abstraksi yaitu partisi fisik, floorplans, module layout, cell layout, dan transistor layout.

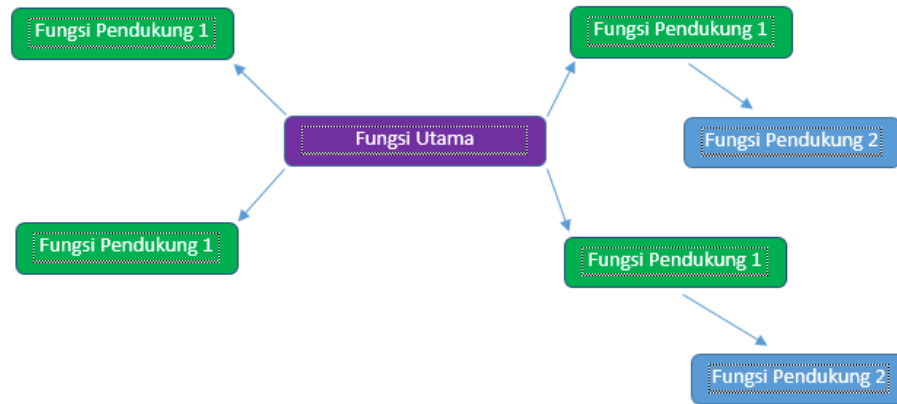


Gambar 1.8: Diagram Y-Chart

Pembagian tiga buah sudut pandang ini untuk memudahkan penggambaran yang lebih rinci dan terstruktur terhadap sebuah embedded system. Masing-masing domain sudut pandang memiliki 5 buah level yang saling berkorelasi dengan level yang sama pada domain lain. Tidak terpisahkan antara struktur, perilaku, dan fisik. struktur gerbang dan flip-flop hanya dapat menunjukkan perilaku sistem logika tidak bisa menunjukkan perilaku register transfer. Perilaku register transfer dapat ditunjukkan dengan perancangan struktur level ALU, RAM dan komponen yang berada satu level dengan keduanya.

2. Model big-bag (brute force)

Model seperti ini pada dasarnya tidak ada perancangan dan proses sebelum atau selama pengembangan sistem. Perancang melakukan coba-coba atas fungsi yang diperlukan. Big-bag adalah istilah untuk menggambarkan kejadian awal alam semesta yaitu dentuman besar yang tidak teratur. Konsep model Big Bang ini meniru gaya dentuman besar itu. Fungsi utama dirancang pertama kali diikuti oleh fungsi-fungsi pendukung level berikutnya. Setiap fungsi pendukung dikembangkan lagi dengan membuat fungsi pendukung level berikutnya. Penambahan fungsi-fungsi ini dilakukan secara modular sehingga satu fungsi dengan fungsi lainnya dapat dikembangkan secara bebas. Pada model bigbag sistem dirancang mulai dari inti proses, fungsi utama. Pengembangan fungsi-fungsi pendukung disesuaikan dengan kebutuhan fungsi-fungsi pendukung dibuat secara fleksibel.



Gambar 1.9: Diagram model big-bang

3. Model Air Terjun

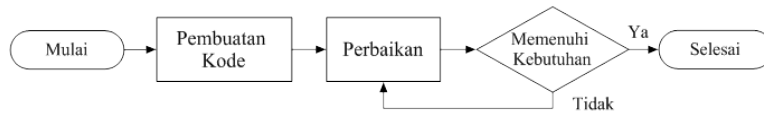
Pada model ini terdapat tahapan-tahapan proses pengembangan sistem. Hasil satu tahap dilanjutkan pada tahap berikutnya. Sesuai dengan namanya model ini mirip dengan air terjun berundak. Pada model ini dianut diasumsikan tidak ada proses yang dilakukan secara bersamaan atau paralel.

Masukkan sebuah proses adalah luaran dari proses berikutnya sehingga tidak ada dua proses yang dilakukan secara bersamaan. Tahapan dimulai dari pendefinisian kebutuhan penggunaan, perancangan, pembangunan, pengujian, penerimaan dan implementasi pada model air terjun, setiap proses dianggap berjalan secara baik dan tidak diperlukan adanya proses perbaikan ke proses sebelumnya.

4. Model rapaid prototyping

Pada model ini pendefenisian kebutuhan pengguna, dilakukan dengan tingkat presisi tertentu. Model ini sangat sederhana terdiri dari dua tahap yaitu: penulisan kode program kemudian mencari dan memperbaiki kesalahan pada program dan mengembangkan fungsi yang belum tersedia. Selama belum memenuhi kebutuhan yang disyaratkan, terus dilakukan perbaikan dengan menambahkan fungsi-fungsi. Setelah kebutuhan terpenuhi rancangan dianggap selesai. Model ini cocok untuk fungsi-fungsi sistem yang tidak terlalu besar sehingga mudah dalam pemeriksaan dan pencarian kesalahan. Kebutuhan pengguna

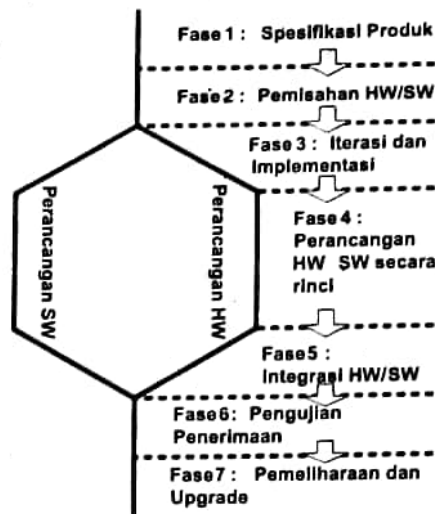
didefinisikan secara bertahap dimulai saat pengembangan kode untuk pertama kali. Dalam tahap pemenuhan kebutuhan pengguna dimungkinkan adanya pengembangan dan perbaikan kode program.



Gambar 1.10: Model repaid prototyping

5. Model paralel

Pada model paralel terdapat tahapan-tahapan proses perancangan yang dilakukan secara bersam-sama yaitu proses perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Proses perancangan secara paralel ini akan mempercepat proses perancangan.



Gambar 1.11: Proses Perancangan Embedded System

Fase-fase perancangan paralel adalah pendefinisian produk, pemisahan HW/SW, perancangan HW dan SW secara paralel, integrasi HW/SW, pengujian penerimaan dan pemeliharaan. Model ini disebut model paralel karena terdapat dua proses yang dilakukan secara bersama-sama.

Secara umum alur proses perancangan suatu embedded system dimulai dengan spesifikasi rancangan, yaitu penentuan batasan-batasan produk akhir di berbagai metrik.

Fungsionalitas sistem dijelaskan dalam perilaku sistem. Kemudian pemisahan perangkat keras dan perangkat lunak dilakukan untuk mengoptimalkan rancangan agar memenuhi batasan-batasan produk dari segi biaya maupun kecepatan. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak dilakukan setelah perancangan rinci masing-masing perangkat selesai. Perancangan level register dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman perangkat keras. Proses verifikasi dan pengujian dilakukan untuk memastikan kesesuaian hasil rancangan dengan spesifikasi awal. Proses verifikasi dilakukan hampir pada setiap akhir suatu proses. Hal ini sangat penting untuk melihat apakah hasil akhir telah sesuai dengan spesifikasi awal.

1.10 Level Perancangan Embedded System

Perancangan embedded system dapat dikategorikan kedalam beberapa level perancangan yang menunjukkan tingkat abstraksi yang berbeda. Semakin tinggi tingkat abstraksi perancangan maka semakin rendah tingkat kerincian. level abstraksi perancangan ini ditentukan oleh komponen dasar pembangunan sebuah sistem. Terdapat komponen transistor sebagai pengganti tabung hampa yang digunakan sebagai komponen dasar perangkat elektronik. Transistor menjadi komponen dasar perancangan pada perancangan level transistor.

Komponen dasar perancangan perkembangan pada level abstraksi yang lebih tinggi yaitu gerbang, register transfer dan transaksi. Tujuan peningkatan level abstraksi perancangan adalah untuk meningkatkan kecepatan perancangan. Dengan dukungan aplikasi otomatisasi yang membungkus ke rincian rancangan maka proses perancangan akan semakin cepat. Pada tahun 19 70-an, teknologi transfer transistor menjadi teknologi dasar pembangunan perangkat elektronik. Perancangan dilakukan pada level abstraksi terendah komponen transistor sebagai satuan terkecil rancangan yang bersifat atomik.

Tidak ada lagi unsur lain pembangunan sebuah transistor. Perancangan level ini sangat rinci memiliki kelincahan yang tinggi, sementara dari sisi level ekstraksi paling rendah, dengan konsep gerbang sebagai unsur perancangan terendahnya. Telah didefinisikan gerbang-gerbang dasar seperti, or, and, not, xor, nor, nand, dan xnor. Perangkat elektronika yang dirancang

terdiri dari gabungan beberapa gerbang yang membentuk suatu fungsi tertentu. Pada tahun 1990-an abstraksi perancangan meningkat dengan menjadikan register sebagai satuan rancangan yaitu pada level register transfer.

Pada perancangan level ini gerbang menjadi bagian dari register yang tidak digambarkan secara aktif perancangan sebuah komponen penjumlahan. Pada perancangan level terbang sebuah penjumlahan merupakan kumpulan dari beberapa gerbang logika yang membangun fungsi penjumlahan. Pada abstraksi perancangan level gerbang ke rincian rancangan penjumlahan ini terlihat lagi. Penjumlahan menjadi salah satu komponen yang dapat langsung digunakan tanpa melihat rincian proses yang ada di dalamnya contoh penggunaan komponen penjumlahan pada level register.

Luaran \leq reg-0+reg-1;

Hasil akhir \leq reg-2+luaran 1;

Pada level register operasi penjumlahan diwakili oleh simbol + tanpa operasi terbang di sini terdapat peningkatan level abstraksi perancangan dengan menggunakan operator + untuk menandai operasi penjumlahan akan lebih sederhana daripada merinci fungsi penjumlahan nya sendiri dapat menggunakan operator atau xor atau and.

1.11 Framework Perancangan Embedded System

Framework merupakan sebuah kerangka sistme perancangan yang terdiri dari tahapan proses. Beberapa framework perancangan embedded system yang telah dirancang adalah Ptolemy, Cosyma, Vulcan dan Stellar.

1. Transformasi model; fasilitas yang menyediakan kakas untuk menganalisis da transformasi model aktor menggunakan teknik transformasi model.
2. Domain ptera (ptolemy Event Relationship Actor); model komputasi even-diskrit. Model dalam ptera direpresentasikan dengan graf yang terdidiri dari node dan sisi.
3. Analisis kualitas; analisis ini dilakukan pada seluruh model pada saat program dijalankan.
4. Vulcan Tahapan perancangan pada vulca terdiri dari empat bagian yang diberi spesifikasi, vulca kompilasi perangkat lunak dan sisntesis perangkat keras. Vulca diawali dengan kompilasi spesifikasi HDL kedalam model graf. Batasan-batasan sistem dirancang menjadi parameter yang digunakan dalam pemisahan perngkat keras/perangkat

lunak. Proses pemisahan menghasilkan model graf untuk program dan ASIC. Pada tahap berikutnya masing-masing bagian dirancang secara rinci, bagian perangkat lunak menghasilkan program assembly dan bagian perangkat keras menghasilkan natlist ASIC. Gambar 7.14 menunjukkan alur perancangan vulca.

5. Stellar Framework stellar dikembangkan dengan spesifikasi yang ditulis sebagai library C++. Terdapat tiga bagian yang dispesifikasi yaitu: spesifikasi aplikasi, arsitektur codesign, dan batasan kinerja. Tahapan baerikutnya verifikasi fungsionalitas dan transformasi ke dalam format antara. Pertimbangan yang digunakan dalam pengembangan format antara adalah estimasi perangkat keras/perangkat lunak. Tahapan penting dalam stellar adalah proses perancangan bersama perangkat keras/perangkat lunak pada level sistem. Pada tahap ini dilakukan evaluasi kinerja sistem. Rancangan perangkat keras/perangkat lunak dievaluasi secara berulang sampai diperoleh hasil yang otimal berdasarkan kinerja sistem.

Pada tahap akhir sistem menjadi dua bagian yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Bagian perangkat keras diproses dalam beberapa tahapan dan menghasilkan perangkat keras sistem sementara perangkat lunak dikompilasi menghasilkan perangkat lunak sistem. Kedua bagian diintegrasikan dan diimplementasikan.

Rangkuman

1. Embedded system atau sistem tertanam merupakan sistem komputer khusus yang dirancang untuk menjalankan tugas tertentu dan biasanya sistem tersebut tertanam dalam satu kesatuan sistem. Sistem ini menjadi bagian dari keseluruhan sistem yang terdiri atas mekanik dan perangkat keras lainnya
2. Embedded System merupakan Sebuah system yang mencakup sebuah sistem yang lebih besar yang didukung sebuah chip mikrokontroler yang merupakan salah satu piranti kontrol yang digunakan sebagai kendali dari sistem tertanam. (Embedded System). sebagai piranti kontrol yang dapat diprogram dengan membuat kecerdasan buatan terlebih dahulu yang sering disebut artificial intelligence. rancangan kecerdasan buatan dapat diwujudkan melalui program yang di tanam pada memory, serta dilengkapi I/O.
3. Sistem embedded jaringan menghubungkan jaringan dengan interface jaringan ke sumber akses. Jaringan yang dihubungkan bisa jadi Local Area Network (LAN), Wide Area Network (WAN) atau internet. Sambungan dapat menggunakan kabel atau nirkabel. Networked embedded system dapat dikategorikan berdasarkan sambungannya tersebut. Namun dalam banyak sistem, penggunaan kabel maupun nirkabel dalam sistem embedded sering dilakukan. Contoh dari LAN networked embedded system adalah sistem pengamanan rumah dimana semua sensor (misalnya pendeteksi gerak, sensor tekanan, sensor cahaya ataupun sensor asap) semua terhubung melalui kabel dan dijalankan dengan protokol TCP/IP.
4. Processor adalah bagian penting dari embedded system. Prosesor berfungsi untuk melakukan suatu proses yang mengubah masukan menjadi keluaran. processor dalam kerjanya berinteraksi dengan memori. data atau instruksi tersimpan di dalam memori yang dikerjakan oleh prosesor. Hasil prosesnya disimpan lagi di dalam memori. Itulah proses sederhana yang terjadi dalam sebuah komputer.
5. Model adalah sebuah pola sederhana dari sebuah sistem yang menggambarkan fungsi-fungsi sistem. Model dibuat untuk memudahkan dalam menggambarkan kondisi yang sebenarnya. Model memiliki tingkat abstraksi yang lebih tinggi dari sistem yang sesungguhnya tanpa kehilangan fungsi-fungsi dasar sistemnya. Dengan abstraksi ini peran-

cang dapat membuat rancangan yang sederhana untuk dikembangkan menjadi sistem yang sebenarnya.

Tugas

Sebutkan dan jelaskan contoh penggunaan aplikasi embedded system dalam kehidupan sehari-hari?

SOAL

1. Jelaskan pengertian Embedded System!
2. Sebutkan contoh Embedded System dalam kehidupan sehari-hari!
3. Sebutkan klasifikasi Embedded System!
4. Kemukakan Model Perancangan Embedded System!

Bab 2

Sistem Akusisi Data

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu menjelaskan sejarah Akusisi Data.
2. Peserta didik mampu memahami fungsi setiap blok diagram akusisi Data.
3. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian System Akusisi Data.
4. Peserta didik mampu Membedakan konfigurasi kanal tunggal dalam pengontrolan sinyal komputer.
5. Peserta didik mampu memahami fungsi setiap elemen penunjang Sistem Akusisi Data.

2.1 Akuisisi data

2.1.1 Sejarah

Pada tahun 1963, IBM memproduksi komputer yang khusus untuk akuisisi data. Ini termasuk IBM 7700 Sistem Akuisisi Data dan penggantinya, IBM 1800 Data Akuisisi dan Kontrol Sistem. Sistem ini khusus yang mahal melebihi tahun 1974 dengan tujuan umum S-100 komputer dan akuisisi data kartu yang diproduksi oleh Tecmar Solusi / Ilmiah Inc Pada tahun 1981 IBM memperkenalkan IBM Personal Computer dan Ilmiah Solusi memperkenalkan produk data akuisisi pertama PC.

Sistem akuisisi data menkonversikan besaran fisis sumber data ke bentuk sinyal digital dan diolah oleh suatu komputer. Pengolahan dan pengontrolan proses oleh komputer memungkinkan penerapan akuisisi data dengan software. Konfigurasi sistem akuisisi data dapat di lihat dari banyaknya transduser atau kanal yang digunakan, kecepatan pemrosesan data, dan letak masing-masing komponen pada sistem akuisisi data.

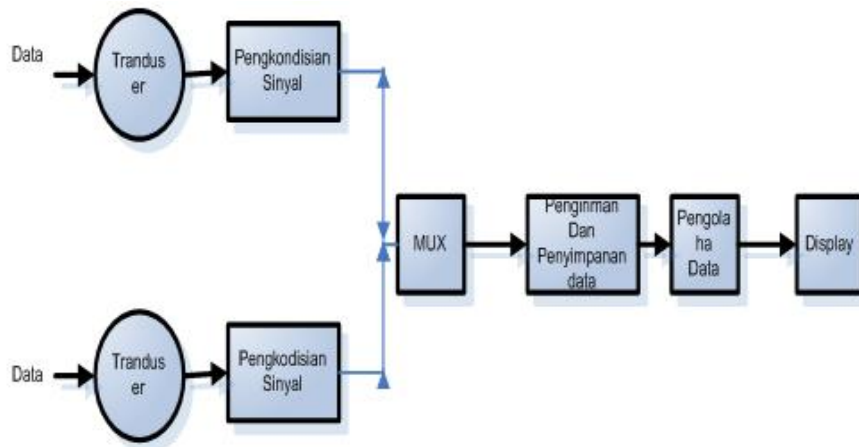
Menggunakan COMEDI memungkinkan program yang sama untuk berjalan pada sistem operasi yang berbeda, seperti Linux dan Windows. Perangkat lunak khusus yang digunakan untuk membangun sistem data akuisisi skala besar termasuk epik. lingkungan pemrograman grafik termasuk logika tangga, Visual C ++, Visual Basic, MATLAB dan LabVIEW

Sirkuit pengkondisian sinyal untuk mengubah sinyal sensor menjadi bentuk yang dapat dikonversikan ke nilai digital. Konverter analog-ke-digital, yang mengkonversi sinyal sensor dikondisikan dengan nilai-nilai digital. Aplikasi akuisisi Data dikendalikan oleh program software yang dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman berbagai tujuan umum seperti BASIC, C, Fortran, Java, Lisp, Pascal. COMEDI merupakan open source API (aplikasi Program Interface) yang digunakan oleh aplikasi untuk mengakses dan mengontrol perangkat keras akuisisi data.

2.1.2 Pengertian Akuisisi Data

Sistem akuisisi data dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Jenis serta metode yang di pilih pada umumnya bertujuan untuk menyederhanakan setiap langkah yang dilaksanakan pada keseluruhan proses. Suatu sistem akuisisi data pada umumnya dibentuk sedemikian rupa sehingga sistem tersebut berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyimpan data dalam bentuk yang

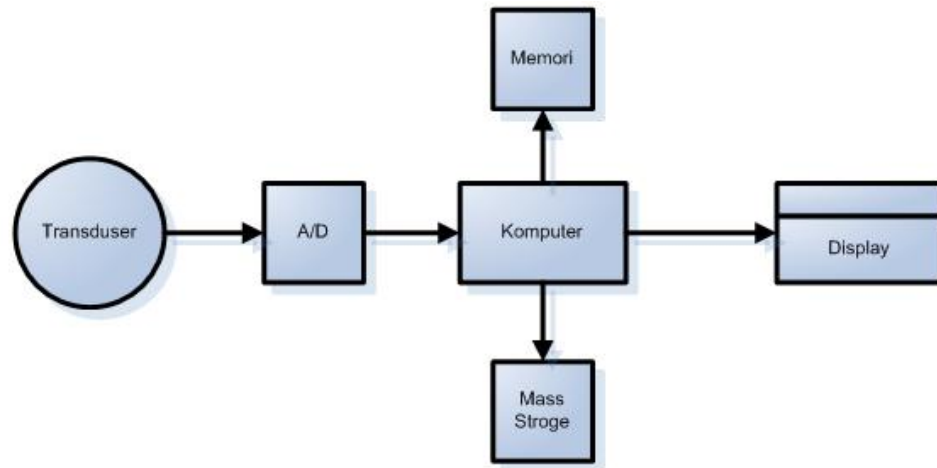
siap untuk diproses lebih lanjut. gambar 2.1 menunjukkan diagram blok sistem akuisisi data



Gambar 2.1: Diagram Blok Akuisisi Data

Akuisisi data dalam bahasa Inggris Data Acquisition disingkat DAQ adalah proses sampling dari kondisi dunia nyata fisik dan konversi dari sampel yang dihasilkan menjadi nilai numerik digital yang dapat dimanipulasi oleh komputer. akuisisi data dan sistem akuisisi data (disingkat dengan akronim DAS) biasanya melibatkan konversi bentuk gelombang analog menjadi nilai digital untuk diproses. Komponen dari sistem akuisisi data meliputi: Sensor yang mengkonversi parameter fisik untuk sinyal-sinyal listrik.

Sistem akuisisi data merupakan sistem instrumentasi elektronik yang terdiri dari sejumlah elemen yang secara bersama-sama bertujuan melakukan pengukuran, menyimpan, dan mengolah hasil pengukuran. Semua besaran fisik yang akan diukur, diamati, disimpan, dan dikontrol dapat berupa suhu, tekanan, cahaya, suara, dll. Di real world besaran fisik itu berbentuk analog. Sedangkan sistem akuisisi data berbasis mikroprosesor merupakan sistem digital, hanya dapat mengolah sinyal-sinyal listrik digital. Jadi besaran fisik analog harus dikonversi lebih dulu menjadi besaran listrik digital yang setara. Sebuah sistem akuisisi data terdiri dari elemen-elemen utama: elemen masukan, elemen sampling, elemen kontrol, dan elemen keluaran.



Gambar 2.2: Komputer digital untuk kebutuhan data

Diagram blok sebuah sistem akuisisi data di atas ini menunjukkan bagian-bagian penting dari sistem yang mempunyai bermacam-macam transduser yang terhubung pada input rangkaian pengkondisi sinyal. Tergantung pada sinyal transduser, input rangkaian pengkondisi sinyal dapat digunakan sebagai penguatan (amplification), offset, atau sebagai filter.

Gain dari rangkaian pengkondisi dapat dikendalikan oleh central processing unit (CPU) untuk mengatur input sesuai dengan level yang tepat. Sinyal-sinyal input itu kemudian disalurkan ke analog-to-digital converter (A/D converter) melalui sebuah multiplekser (selector switch) (MUX).

Bila data analog itu berbentuk sebuah gelombang sinusoida, maka sebuah bisa menggunakan low-pass filter untuk menghindari yang dinamakan aliasing effects. A/D converter mengkonversi sinyal analog menjadi sebuah sinyal digital yang selanjut diumpankan pada CPU. CPU itu yang mengendalikan, merekam, menganalisis, dan melapor/menampilkan data yang diakuisisi.

Data tersebut dapat digunakan dalam bentuk digital, atau dikonversi oleh sebuah D/A converter menjadi bentuk analog. Jika sinyal analog itu sinusoida, maka diperlukan sebuah correction filter pada output untuk membentuk-ulang (reshape) frequency response dari sistem. Output yang analog itu dapat digunakan untuk mengendalikan sistem itu, atau output yang analog itu dapat juga dihubungkan dengan divais analog yang lain misalnya chart recorder, osiloskop, atau peralatan-peralatan ukur.

- Elemen masukan terdiri dari bermacam-macam transduser, pengkon-

disi sinyal, dan multiplekser.

- Elemen sampling terdiri dari filter low-pass, rangkaian S/H, A/D converter.
- Elemen kontrol merupakan unit pengolahan sentral (Central Processing Unit/CPU).
- Elemen keluaran terdiri dari D/A Converter, filter low-pass dan $(\sin x)/x$ correction, I/O, Modem, Storage device, Display device, dan Printout device.

2.2 Perkembangan Sistem Akuisisi Data

Pada mulanya proses pengolahan data lebih banyak dilakukan secara manual oleh manusia, sehingga pada saat itu perubahan besaran fisis dibuat ke besaran yang langsung bisa diamati panca indra manusia. Selanjutnya dengan kemampuan teknologi pada bidang elektrik besaran fisis yang diukur sebagai data dikonversikan ke bentuk sinyal listrik, data kemudian ditampilkan ke dalam bentuk simpangan jarum, pendaran cahaya pada layar monitor, rekorder xy dan lain-lain. Sistem akuisisi data berkembang pesat sejalan dengan kemajuan dibidang teknologi digital dan komputer. Kini, akuisisi data menkonversikan besaran fisis sumber data ke bentuk sinyal digital dan diolah oleh suatu komputer. Pengolahan dan pengontrolan proses oleh komputer memungkinkan penerapan akuisisi data dengan software. Software memberikan harapan proses akuisisi data bisa divariasikan dengan mudah sesuai kebutuhan. Gambar 2.2 menunjukkan proses akuisisi data menggunakan komputer.

Fungsi masing-masing blok dalam sistem adalah sebagai berikut:

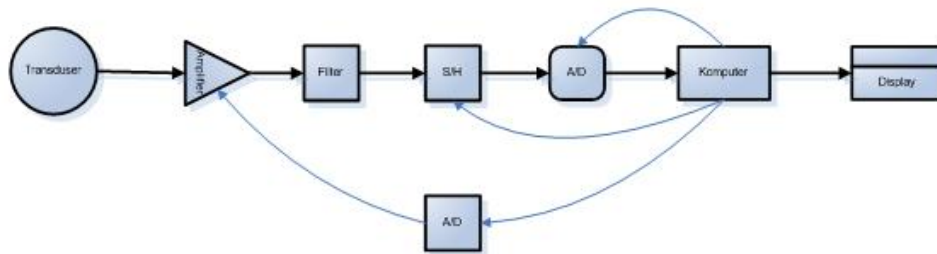
- Transduser: berfungsi untuk merubah besaran fisis yang diukur kedalam bentuk sinyal listrik.
- Amp: berfungsi untuk memperbesar amplitudo dari sinyal yang dihasilkan transduser.
- LPF : berfungsi untuk membatasi lebar band frekuensi sinyal listrik dari data yang diukur.
- S/H : berfungsi untuk menjaga amplitudo sinyal analog tetap konstan selama waktu konversi analog ke digital.

- A/D : berfungsi untuk merubah besaran analog kedalam bentuk representasi numerik.
- D/A : berfungsi untuk merubah besaran numerik kedalam sinyal analog.
- Komputer : berfungsi untuk mengolah data dan mengontrol proses.

Pada konfigurasi kanal tunggal, komputer berfungsi sebagai pemroses data dan juga pengontrol penguatan sinyal.

2.2.1 Kofigurasi Sistem Akuisisi Data

Suatu konfigurasi sistem akuisisi data sangat tergantung pada jenis dan jumlah tranduser serta teknik pengolahan yang akan digunakan. Konfigurasi ini dapat di lihat dari banyaknya tranduser atau kanal yang digunakan, kecepatan pemrosesan data dan letak masing-masing komponen pada sistem akuisisi data. Sistem kanal tunggal. Sistem kanal tunggal disebut juga sistem akuisisi data sederhana, ditunjukkan pada gambar2.3

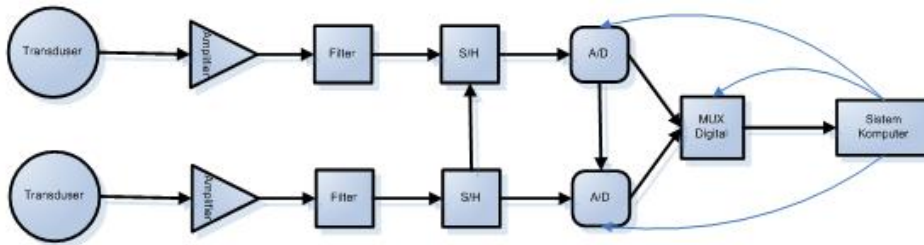


Gambar 2.3: System Akuisisi Data Kanal Tunggal

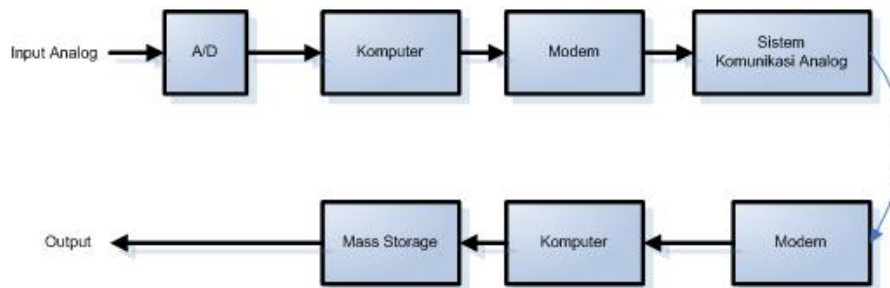
2.2.2 Sistem Kanal Banyak

Terdapat tiga jenis metode untuk menyusun suatu sistem akuisisi data dengan banyak tranduser. Perbedaan utama pada ketiga jenis ini ditentukan oleh letak multiplexer didalam sistem. Sistem pertama meletakkan multiplexer pada ujung bagian depan, sehingga sinyal analog yang mengalami proses pemilihan masuk kekanal. Pada cara kedua pemasangan multiplexer setelah terjadi pencuplikan dan holding sinyal, metode kedua lebih baik dibandingkan metode pertama. Metode ketiga merupakan metode yang terbaik, tetapi

dengan penerapan masing-masing kanal mempunyai A/D sendiri mengakibatkan sistem menjadi lebih mahal dibandingkan cara sebelumnya. Gambar 2.4 menunjukkan sistem kanal banyak metode ketiga.



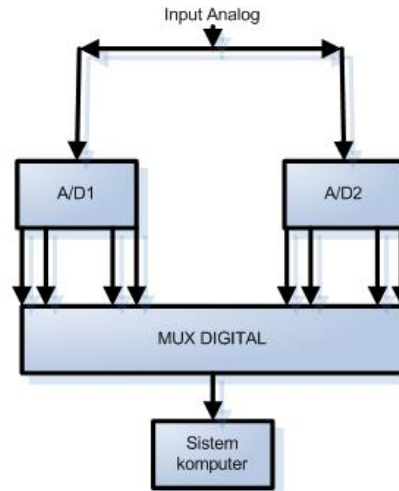
Gambar 2.4: Sistem kanal banyak dengan cara ketiga



Gambar 2.5: Sistem akuisisi data pada saluran analogi

2.2.3 Sistem Berkecepatan Tinggi

Sistem akuisisi data yang menggunakan komputer digital sebagai pengolah data kecepatannya ditentukan oleh proses pengubahan sinyal analog ke digital. Untuk mempercepat akuisisi data biasanya digunakan suatu konverter analog ke digital yang berkecepatan tinggi yang disebut dengan FLASH A to D. Bila kecepatan akuisisi masih ingin dipercepat, maka dapat digunakan teknik seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.5 Cara ini digunakan dua buah A/D yang bekerja secara bergantian.



Gambar 2.6: Sistem berkecepatan tinggi

2.2.4 Sistem Akuisisi Jarak Jauh

Suatu sistem akuisisi data yang mempunyai komponen pengambil dan pengolah data dengan jarak berjauhan, maka dibutuhkan media untuk mentransfer antara kedua sub sistem tersebut. Kondisi ini membutuhkan sistem memori yang disuplai baterai sebagai penampung sementara, memori seperti ini disebut sistem memori RAMPACK. Data yang diambil disimpan di memori RAMPACK, kemudian memori dibawah ketempat komputer pengolahan data. Sistem lain menggunakan sistem komunikasi, data diambil oleh transduser yang terletak jauh dari komputer kemudian data ditransmisikan melalui saluran komunikasi, bila saluran komunikasi merupakan sistem analog, diperlukan komponen yang disebut modem, ditunjukkan gambar 6. Penyaluran data melalui jaringan ISDN bisa dilakukan dengan pemasangan langsung pada jack terminal saluran tersebut, terlihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7: Sistem akuisisi jarak jauh pada saluran ISDN

2.3 Metodologi Akuisisi Data

1. Sumber data

Data akuisisi dimulai dengan fenomena fisik atau properti fisik yang akan diukur. Contoh ini adalah suhu, intensitas cahaya, tekanan gas, aliran fluida, dan gaya. Apapun jenis properti fisik yang akan diukur, keadaan fisik yang harus diukur terlebih dahulu ditransformasikan ke dalam bentuk terpadu yang dapat sampel dengan sistem akuisisi data. Tugas melakukan perubahan-perubahan seperti yang disebut jatuh pada perangkat sensor.

2. Sensor

Sensor merupakan jenis transducer, adalah sebuah perangkat yang mengubah properti fisik menjadi sinyal listrik yang sesuai (misalnya, tegangan atau arus) atau, dalam banyak kasus, menjadi karakteristik listrik yang sesuai (misalnya, resistensi atau kapasitansi) yang dengan mudah dapat dikonversi ke sinyal listrik. Kemampuan sistem akuisisi data untuk mengukur sifat yang berbeda tergantung pada memiliki sensor yang cocok untuk mendeteksi berbagai properti yang diukur. Ada sensor khusus untuk berbagai aplikasi. sistem DAQ juga menggunakan teknik berbagai pengkondisian sinyal memadai memodifikasi berbagai sinyal listrik yang berbeda ke dalam tegangan yang kemudian dapat didigitalkan menggunakan konverter analog-ke-digital (ADC).

3. Sinyal

Mungkin sinyal digital (juga disebut logika sinyal kadang-kadang) atau analog tergantung pada transduser yang digunakan. Pengkondisian sinyal mungkin diperlukan jika sinyal dari transduser tidak cocok untuk hardware DAQ digunakan. sinyal mungkin perlu diperkuat, disaring atau didemodulasi. Berbagai contoh lain pengkondisian sinyal mungkin penyelesaian jembatan, memberikan eksitasi arus atau tegangan pada sensor, isolasi, Linearisasi. Untuk keperluan transmisi, sinyal analog berakhir tunggal, yang lebih rentan terhadap kebisingan dapat dikonversi ke sinyal diferensial. Sekali digital, sinyal dapat disandi untuk mengurangi dan memperbaiki kesalahan transmisi.

4. DAQ hardware

Biasanya pada antarmuka antara sinyal dan PC. Bisa jadi dalam bentuk modul yang dapat terhubung ke port komputer (paralel, serial, USB, dll) atau kartu terhubung ke slot (S-100 bus, Apple Bus, ISA,

MCA, PCI, PCI-E, dll) di papan induk. Biasanya ruang di bagian belakang kartu PCI terlalu kecil untuk semua sambungan yang diperlukan, sehingga kotak pelarian eksternal diperlukan. Kabel antara kotak dan PC dapat mahal karena banyak kabel, dan perisai yang dibutuhkan. Kartu DAQ sering mengandung berbagai komponen (multiplexer, ADC, DAC, TTL-IO, timer kecepatan tinggi, RAM).

Ini dapat diakses melalui bus oleh mikrokontroler, yang dapat menjalankan program kecil. controller adalah lebih fleksibel daripada logika kabel sulit, tapi lebih murah daripada CPU sehingga baik untuk blok dengan loop pemungutan suara sederhana. Sebagai contoh: Menunggu untuk memicu, mulai ADC, melihat waktu, menunggu ADC selesai, nilai pindah ke RAM, multiplexer switch, mendapatkan masukan TTL, biarkan DAC melanjutkan dengan tegangan ramp. Logika reconfigurable Banyak kali digunakan untuk mencapai kecepatan tinggi untuk tugas-tugas khusus dan prosesor sinyal digital digunakan setelah data telah diperoleh untuk mendapatkan beberapa hasil.

Sambungan tetap dengan PC memungkinkan untuk kompilasi nyaman dan debugging. Menggunakan sebuah perumahan eksternal desain modular dengan slot di dalam bus dapat tumbuh dengan kebutuhan pengguna. Tidak semua hardware DAQ harus dijalankan secara permanen tersambung ke PC, untuk penebang misalnya berdiri sendiri cerdas dan osiloskop, yang dapat dioperasikan dari PC, tetapi mereka dapat beroperasi sepenuhnya independen.

5. DAQ software

Dalam akusisi Data diperlukan perangkat keras DAQ untuk bekerja dengan PC. The device driver melakukan mendaftar rendah tingkat menulis dan membaca pada perangkat keras, sementara memperlihatkan API standar untuk mengembangkan aplikasi pengguna. Sebuah standar API seperti COMEDI memungkinkan aplikasi pengguna yang sama untuk berjalan pada sistem operasi yang berbeda, misalnya pengguna aplikasi yang berjalan pada Windows juga akan berjalan pada Linux dan BSD.

2.4 Elemen Penunjang Sistem Akusisi Data

1. Transduser

Dalam praktik banyak contoh transduser yang dipakai dalam sistem akuisisi data, misalnya physically displacement transducer, humidity

transducer, thermocouple, accelerometer, tachometer, strain gage transducer, dan lain-lain. Spesifikasi transducer yang penting adalah kecepatan, ketelitian dan keandalannya.

2. Operational Amplifier

Tegangan atau arus listrik yang dihasilkan sebuah transducer itu biasanya kecil. Sedangkan komponen A/C converter yang digunakan dalam sistem akuisisi data bekerja dalam skala penuh, misalnya 0 s/d 5 volt, -5 s/d +5 volt, 0 s/d 10 volt dan sebagainya, tergantung pada moda input dan spesifikasi komponen yang dipakai. Oleh karena itu diperlukan yang dinamakan sebuah rangkaian signal conditioner, untuk memperkuat sinyal output dari transducer menjadi cukup besar untuk diumpankan pada A/D converter. Rangkaian signal conditioner itu menggunakan yang dinamakan OPAMP (operational amplifier).

3. Instrumentation Amplifier

Instrumentation Amplifier diperlukan bila data analog yang diperoleh hendak ditransmisikan melalui jarak yang cukup jauh, dan juga untuk meredam interferensi, bila ada. Karakteristik instrumentation amplifier yang penting adalah yang dinamakan common mode rejection ratio (CMRR) yang tinggi, impedansi input yang tinggi, dan gain yang dapat diprogram.

4. Isolator Sebagai pemisah antara sumber sinyal dengan sistem akuisisi data diperlukan sebuah yang dinamakan isolation transformer, optical isolation, atau fiber optic.

5. Rangkaian Fungsi Analog

Untuk fungsi-fungsi yang tetap, rangkaian analog lebih sederhana dan lebih real time dibandingkan rangkaian pemroses (pengolah) digital. Fungsi-fungsi yang diwujudkan dengan rangkaian analog antara lain, multiplier, divider, adder, subtractor, dan fungsi-fungsi non-linier yang lain.

6. Multiplexer Analog

Jika sinyal analog yang akan diproses berasal dari beberapa sumber, atau dari kanal komunikasi yang sama, melewati single converter, maka diperlukan sebuah multiplexer analog untuk mengkopel dan mengatur sinyal tersebut.

7. Rangkaian Sample-and-Hold

Rangkaian sample-and-hold diperlukan, karena dalam beberapa hal sinyal analog bervariasi cukup cepat, sementara konversi sinyal dari analog ke digital memerlukan selang waktu tertentu, dan A/D Converter tidak bisa mendigitalkan input analog dengan sangat segera, sehingga perubahan yang cukup besar pada sinyal input selama proses konversi dapat menimbulkan kesalahan yang cukup besar.

8. Analog-to-Digital Converter

A/D Converter melakukan konversi data analog menjadi data digital yang setara. Spesifikasi A/D Converter yang utama adalah ketelitian absolut dan relatif, linieritas, resolusi, kecepatan konversi, stabilitas, no missing code, dan nilai komponen. Hal lain yang terkait ialah batas tegangan output, output kode digital, teknik interfacing, multiplexer internal, rangkaian signal conditioner, dan memori.

9. Digital-to-Analog Converter

Data yang telah diproses mengalami pemrosesan, penyimpanan, dan bahkan transmisi secara digital. Mengkonversi kembali dari bentuk digital menjadi bentuk analog dilakukan dengan D/A Converter.

10. Prosesor Data Digital

Prosesor ini mengolah hasil konversi A/D Converter secara digital.

11. Filter

Untuk menghilangkan noise yang ada, maka digunakan filter untuk melewatkan sinyal dengan frekuensi yang diinginkan, dan meredam frekuensi yang lain. Filter dapat diwujudkan secara hardware, maupun secara software.

Rangkuman

1. Pada tahun 1963, IBM memproduksi komputer yang khusus untuk akuisisi data. Ini termasuk IBM 7700 Sistem Akuisisi Data dan pengantainya, IBM 1800 Data Akuisisi dan Kontrol Sistem. Sistem ini khusus yang mahal melebihi tahun 1974 dengan tujuan umum S-100 komputer dan akuisisi data kartu yang diproduksi oleh Tecmar Solusi / Ilmiah Inc Pada tahun 1981 IBM memperkenalkan IBM Personal Computer dan Ilmiah Solusi memperkenalkan produk data akuisisi pertama PC.
2. Sistem akuisisi data dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Jenis serta metode yang di pilih pada umumnya bertujuan untuk menyederhanakan setiap langkah yang dilaksanakan pada keseluruhan proses. Suatu sistem akuisisi data pada umumnya dibentuk sedemikian rupa sehingga sistem tersebut berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyimpan data dalam bentuk yang siap untuk diproses lebih lanjut.
3. Transduser adalah elemen yang berfungsi untuk mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik. Transduser mengubah besaran mekanik menjadi menjadi besaran listrik yang dapat berupa tegangan atau arus listrik. Transduser suhu mengubah besaran suhu (derajat suhu) menjadi besaran listrik berupa tegangan atau arus listrik.

Tugas

Sebutkan dan Jelaskan yang menganut sistem akusisi data dalam kehidupan sehari-hari?

SOAL

1. Jelaskan sejarah Akuisisi Data?
2. kemukakan fungsi setiap blok diagram System akuisisi data.?
3. Jelaskan apa itu System Akuisisi Data?
4. Kemukakan Perbedaan konfigurasi kanal Tunggal dalam pengontrolan sinyal komputer?
5. jelaskan setiap perbedaan setiap fungsi elemen Penunjang embedded system.?

Bab 3

Mikrokontroler

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu menjelaskan sejarah mikrokontroler.
2. Peserta didik mampu membedakan mikrokontroler dan Mikroprosesor.
3. Peserta didik mampu menganalisis jeni-jenis dan arsitektu mikrokontroler.
4. Peserta didik mampu menganalisis penulisan bahasa pemrograman dan mikrokontroler AVR.

3.1 Sejarah Mikrokontroler

Sejarah mikrokontroler tidak terlepas dari sejarah mikroprosesor dan komputer. Diawali dengan ditemukannya mikroprosesor, kemudian ditemukan komputer, setelah itu ditemukan mikrokontroler. berikut ini sejarah mikrokontroler:

- tahun 1617, John Napier menemukan sistem untuk melakukan perkalian dan pembagian berdasarkan logaritma.
- Tahun 1694, Gottfried Wilhelm Leibniz membuat mesin mekanik yang dapat melakukan operasi $+$, $-$, $*$, $/$ dan akar kuadrat.
- Tahun 1835, Charles Babbage mengusulkan komputer digital (Digital Computer) pertama di dunia menggunakan punched card untuk data dan instruksi, serta program control (looping and branching) dengan unit aritmatik dan unik penyimpanan.



Gambar 3.1: IC Mikrokontroler

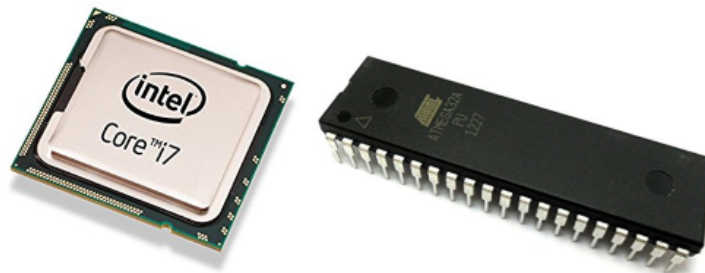
- Tahun 1850, George Boole mengembangkan symbolic logic termasuk operasi binary (AND, OR, dll).
- Tahun 1946, Von Neumann menyarankan bahwa instruksi menjadi kode numerik yang disimpan pada memori. Komputer dan semua mikrokontroler didasarkan pada komputer Von Neumann.
- Tahun 1948, ditemukannya transistor, dengan dikembangkannya konsep software, pada tahun 1948 mulai adanya perkembangan hardware penting seperti transistor.
- Tahun 1959, pertama kali dibuatnya IC (Integrated Circuit).

- Tahun 1971, intel membuat mikroprosesor intel 4004. mikroprosesor ini merupakan mikroprosesor pertama yang dikembangkan oleh intel (Integrated Electronics). Mikroprosesor ini terdiri dari 2250 transistor. Intel 4004 merupakan mikroprosesor 4 bit. Kemudian pada tahun 1974, intel membuat mikroprosesor generasi kedua (intel 8008), intel 8008 merupakan mikroprosesor 8 bit. Semakin besar ukuran bit berarti mikroprosesor dapat memproses lebih banyak data. IC mikroprosesor intel 4004 dan intel 8008 ini dikemas dalam bentuk DIP (Dual Inline Package) seperti pada gambar dibawah ini.
- Tahun 1972, Mikrokontroler yang dibuat adalah TMS 1000. TMS 1000 merupakan mikrokontroler 4-bit buatan Texas Instrument (TI). Mikrokontroler TMS 1000 dibuat oleh Gary Boone dari Texas Instrumen. Boone merancang IC yang dapat menampung hampir semua komponen yang membentuk kalkulator, hanya layar dan keypad yang tidak dimasukkan. TI menawarkan mikrokontroler ini untuk dijual kepada industri elektronik pada tahun 1983, sebanyak 100 juta IC mikrokontroler TMS 1000 telah dijual.
- Tahun 1974, beberapa pabrikan IC menawarkan mikroprosesor dan pengendali menggunakan mikroprosesor. Mikroprosesor yang ditawarkan pada saat itu yaitu Intel 8080, 8085, Motorola 6800, Signetics 6502, Zilog Z80, Texas Instrumen 9900 (16 bit)
- Tahun 1975, mikrokontroler PIC dikembangkan dan dibuat pertama kali di Universitas Harvard. PIC mulai diperkenalkan kepada publik oleh Microchip pada tahun 1985. PIC merupakan kependekan dari Peripheral Interface Controller atau bisa juga kependekan dari Programmable Intelligent Computer.
- Tahun 1976, dibuat Intel 8048, yang merupakan mikrokontroler intel pertama.
- Tahun 1978, mikroprosesor 16 bit menjadi lebih umum digunakan yaitu Intel 8086, Motorola 68000 dan Zilog Z8000. Sejak saat itu pabrikan mikroprosesor terus mengembangkan mikroprosesor dengan berbagai keistimewaan dan arsitektur. Mikroprosesor yang dikembangkan termasuk mikroprosesor 32 bit seperti Intel Pentium, Motorola DragonBall, dan beberapa mikrokontroler yang menggunakan ARM (Advanced RISC Machine Ltd) core. ARM hanya menjual desain arsitektur mikrokontroler/mikroprosesor. Saat ini sedang dipromosikan penggunaan mikrokontroler 32 bit yang berbasis prosesor ARM

dari keluarga seri Cortex M (ARM Cortex-M0, ARM Cortex-M0+, ARM Cortex-M3, ARM Cortex-M4, ARM Cortex-M7, ARM Cortex-R4, dan ARM Cortex A5). Perusahaan yang menggunakan lisensi ARM prosesor meliputi : Advanced Micro Devices, Inc., Broadcom, Samsung, Toshiba, Alcatel-Lucent, Apple Inc, Atmel, Intel, LG, Nuvoton, STMicroelectronics, Texas Instruments, Infineon, dan masih banyak lagi yang lainnya.

- Tahun 1980, Intel 8051 atau lebih dikenal dengan keluarga mikrokontroler yang paling populer. Vendor lain yang mengadopsi mikrokontroler Intel 8051 yaitu : Philips, Siemens, Atmel ATMEL juga membuat Mikrokontroler MCS 51 yaitu mikrokontroler Atmel seri AT89xxx, misalnya : AT89S51 dan AT89S52.
- Tahun 1996, Atmel AVR adalah salah satu keluarga mikrokontroler pertama yang menggunakan on-chip flash memory untuk penyimpanan program.

Seiring berkembangnya zaman piranti dan aplikasi pada mikrokontroler semakin berkembang, sehingga dapat dibedakan antara mikroprosesor dan mikrokontroler. Mikroprosesor adalah Central Processing Unit (CPU) didalam single chip. Komponen CPU : Arithmetic and Logic Unit (ALU), instruction decoder, register, bus control circuit, dll. Mikro-Komputer adalah mikroprosesor yang dihubungkan dengan rangkaian pendukung.



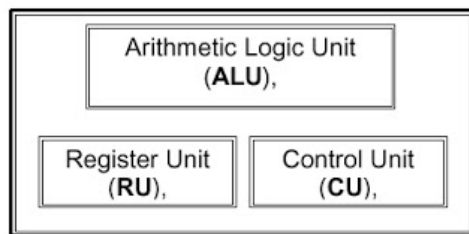
Gambar 3.2: Perbedaan Mikroprosesor dan Mikrokontroler

komponen I/O dan memori (program & data) ditempatkan bersama untuk membentuk komputer kecil khususnya untuk akuisisi data dan aplikasi kontrol yang telah dibahas pada bab 2. Jika komponen yang menyusun sebuah mikro-komputer diletakkan bersama didalam single chip silicon maka

disebut mikrokontroler berisi CPU, memori, timer, port serial dan paralel, port input / output, ADC.

3.2 Mikroprosesor

Mikroprosesor merupakan sebuah chip atau IC yang hanya memiliki Central Processing Unit (CPU) di dalamnya. Mikroprosesor dalam perkembangan komputer digital disebut sebagai Central Processing Unit (CPU) yang bekerja sebagai pusat pengolah dan pengendalian pada sistem komputer mikro. Sebuah mikroprosesor tersusun dari tiga bagian penting yaitu : Arithmetic Logic Unit (ALU), Register Unit (RU), dan Control Unit (CU) seperti terlihat pada Gambar 1 di bawah ini.



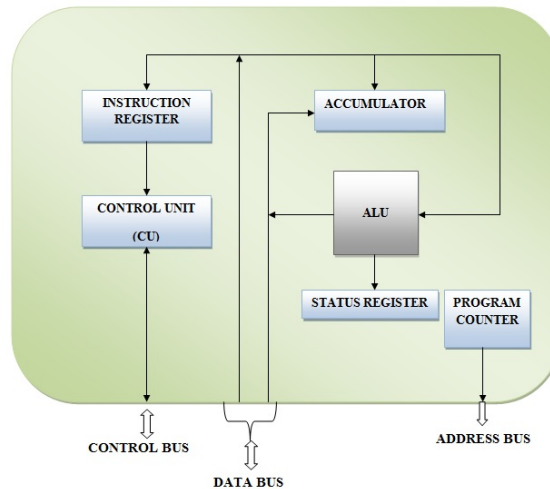
Gambar 3.3: Blok Diagram Mikroprosesor



Gambar 3.4: Mikroprosesor intel Core i7

Untuk membangun fungsi sebagai komputer mikro, sebuah mikroprosesor harus dilengkapi dengan memori, biasanya memori program yang hanya bisa dibaca (Read Only Memory=ROM) dan memori yang bisa dibaca dan

ditulisi (Read Write Memory=RWM), decoder memori, osilator, dan sejumlah peralatan input output seperti port data seri dan paralel.



Gambar 3.5: Arsitektur Mikroprosesor

Pokok dari penggunaan mikroprosesor adalah untuk mengambil data, membentuk kalkulasi, perhitungan atau manipulasi data, dan menyimpan hasil perhitungan pada peralatan penyimpanan atau menampilkan hasilnya pada sebuah monitor atau cetak keras.

1. **ALU (Arithmetic Logic Unit)**, ALU fungsinya untuk melakukan proses operasi matematika dan logika. Operasi matematika sederhana tersebut meliputi penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian. Sedangkan operasi logika meliputi AND, OR, NOT, XOR, XNOR dan lain-lain.
2. **CU (Control Unit)**, CU berfungsi untuk mengambil intruksi dari memori dan melakukan eksekusi intruksi tersebut. Sementara memori merupakan bagian tersendiri tidak termasuk dalam bagian mikroprosesor.
3. **Register**, merupakan tempat menampung data sementara yang berasal dari memori. Sebelum diproses oleh ALU

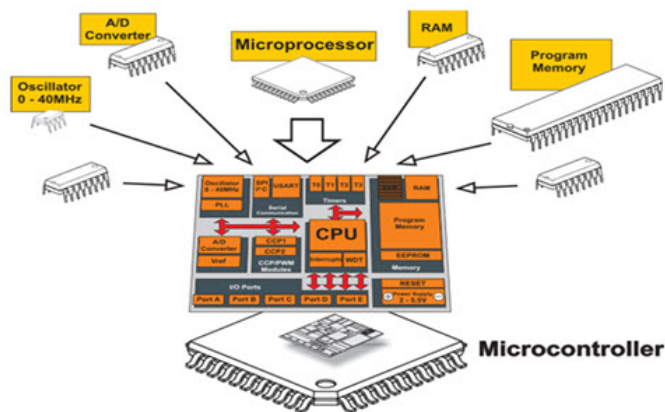
Ketiga bagian diatas dikemas dalam satu buah chip. Untuk menghubungkan mikroprosesor dengan perangkat lain seperti memori, input output,

timer, dll digunakan sebuah jalur data (bus). Pada mikroprosesor jalur data (bus) dibagi menjadi 3 bagian :

1. Control Bus, jalur data ini hubungannya langsung ke Control Unit, digunakan untuk mengatur intruksi yang akan dilakukan oleh CU.
2. Address Bus, jalur data ini hubungannya ke memori dan peripheral lain, digunakan untuk memilih alamat dari data yang akan diakses.
3. Data Bus, jalur data ini hubungannya juga ke memori dan peripheral lain, digunakan untuk mengambil atau menyimpan data dari atau ke memori.

3.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah chip atau IC yang didalamnya sudah terdapat prosesor (ALU, CU & Register), memori dan peripheral tambahan lain. Semua bagian tersebut dipadatkan dalam satu buah chip. Banyaknya peripheral yang ada dalam mikrokontroler tergantung dari masing-masing tipe dan spesifikasi pabrik. Tidak bisa disamakan isi dari mikrokontroler A dengan mikrokontroler B. Karena mikrokontroler sendiri dirancang untuk spesifikasi kebutuhan yang bermacam-macam.



Gambar 3.6: diagram Mikrokontroler

3.4 Arsitektur Mikrokontroler AVR

Mikrokontroler AVR RISC(Reduced instruction set computing atau Komputasi set instruksi yang disederhanakan pertama kali digagas oleh John Cocke) adalah perangkat yang di desain untuk berjalan dengan cepat, dengan menggunakan instruksi mesin yang disederhanakan sehingga dapat meningkatkan kinerja dari mikrokontroler. (sebelum ada RISC, namanya CISC(Complex Instruction Set Computers).

Penggunaan instruksi yang lebih sederhana memberikan kontribusi pada kecepatan dengan instruksi mesin yang terbatas. Mikrokontroler AVR RISC dapat berjalan pada single cycle dari prosesor clock, yang berarti Mikrokontroler AVR dengan clock 8 MHz, dapat mengeksekusi sekitar 8 juta instruksi perdetiknya atau 8 MIPS(million instruction per second).

Berdasarkan arsitekturnya, mikrokontroler dibagi menjadi : CISC dan RISC

- CISC (Complex Instruction Set Computer) Mikroprosesor CISC merupakan jenis mikrokontroler yang memiliki jumlah instruksi yang kompleks dan lengkap. Contoh: Mikrokontroler CISC: Intel 80C51 (MCS51) dan Motorola 68HC11 mengikuti arsitektur CISC.
- RISC (Reduce Instruction Set Computer) Mikroprosesor RISC merupakan jenis mikrokontroler yang memiliki jumlah instruksi yang terbatas dan sedikit. Pada arsitektur RISC jumlah instruksi lebih sedikit, tetapi memiliki banyak register dibandingkan dengan CISC. Selain itu pada arsitektur RISC kebanyakan instruksi dieksekusi hanya dalam satu clock cycle dan mode addressing memory yang sederhana. Contoh mikrokontroler RISC: ATMELAVR, Microchip PIC2/16CXX dan National Semiconductor COP8.

Beberapa bagian yang biasanya ada pada mikrokontroler adalah sebagai berikut ini :

1. Prosesor, merupakan bagian utama yang fungsinya sudah saya jelaskan diatas.
2. Memori, terdiri dari beberapa jenis antara lain memori program (Flash Memori) dan memori data (Data Memori). Data memori terdiri dari dua macam :
 1. SRAM (sifatnya sementara)
 2. EEPROM (sifatnya permanen)

3. Input Output, merupakan bagian yang terhubung langsung ke perangkat luar. Input output dapat berupa jalur data digital, data analog, ataupun bus komunikasi data (RS232, I2C, SPI)
4. Timer/Counter, merupakan bagian yang berfungsi untuk melakukan penjadwalan waktu (timer). Selain itu timer/counter bisa digunakan untuk menggenerate sinyal dengan frekuensi dan periode tertentu.

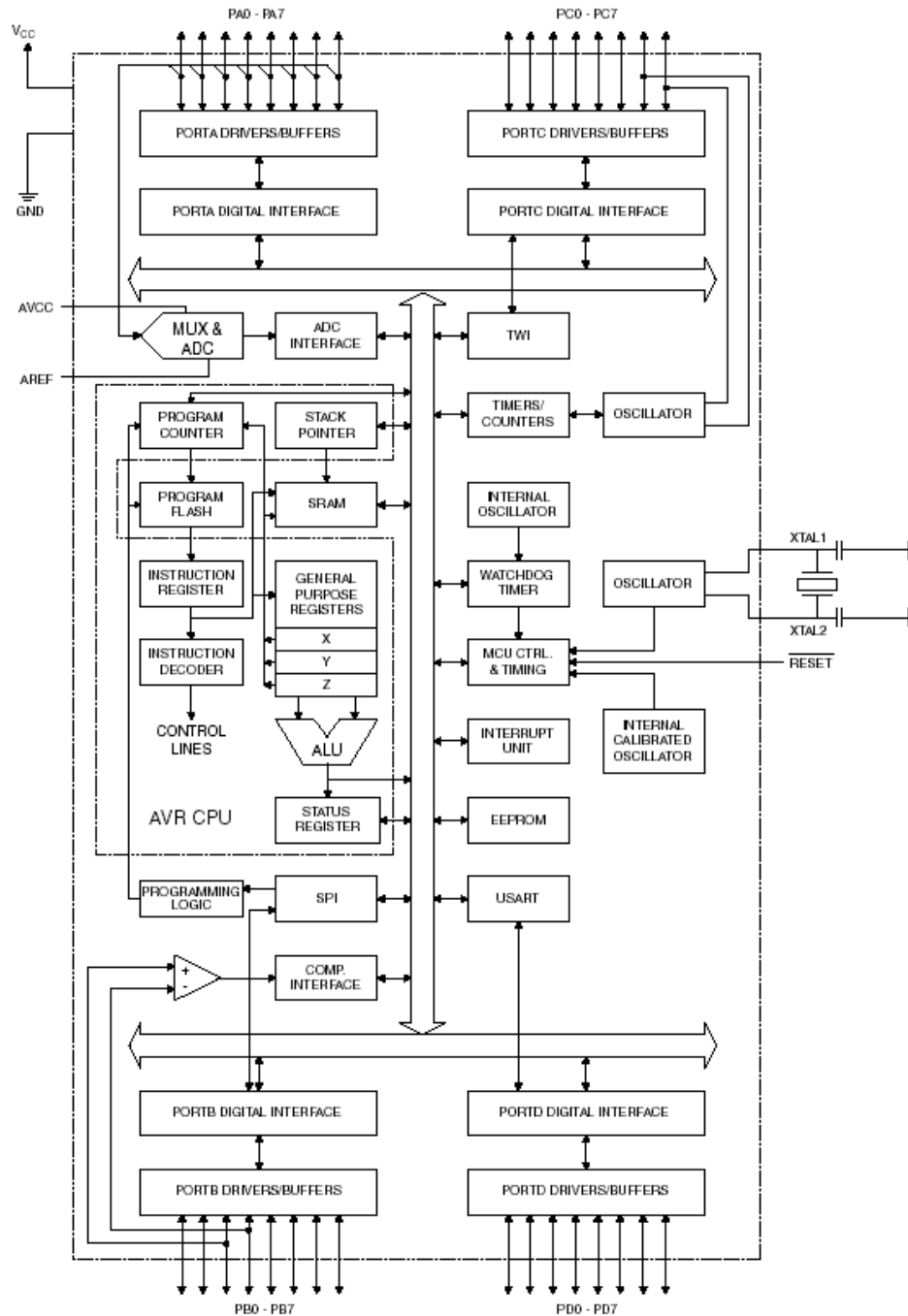
Empat bagian diatas biasanya terdapat pada semua jenis mikrokontroler. Namun spesifikasinya berbeda-beda, terutama untuk ukuran memori. Program assembly dengan prosesor RISC menjadi lebih kompleks dibandingkan dengan program assembly prosesor CISC. Hal ini disebabkan hampir semua instruksi prosesor RISC adalah instruksi dasar, instruksi-instruksi ini umumnya hanya memerlukan 1 siklus mesin untuk menjalankannya.

Sebagai contoh misalnya karena tidak ada instruksi untuk perkalian pada arsitektur RISC sehingga harus dibuat program perkalian dengan menggunakan instruksi-instruksi dasar seperti instruksi penjumlahan, dan lain-lain. Namun pada arsitektur RISC tidak diperlukan hardware yang kompleks, prosesor yang tidak rumit akan cepat dan andal.

Untuk merealisasikan instruksi dasar yang jumlahnya tidak banyak ini, mikroprosesor RISC tidak memerlukan gerbang logik yang banyak. Karena itu dimensi IC dan konsumsi daya prosesor RISC umumnya lebih kecil dibanding prosesor CISC. Akan tetapi, program assembly pada prosesor CSIC menjadi lebih sederhana karena sudah ada instruksi yang kompleks. Untuk membuat instruksi yang kompleks seperti instruksi perkalian, pembagian, dan instruksi lain yang rumit pada prosesor CSIC, diperlukan hardware yang kompleks juga. Dibutuhkan ribuan gerbang logik (logic gates) transistor untuk membuat prosesor CSIC. Instruksi yang kompleks juga membutuhkan jumlah siklus mesin (machine cycle) yang lebih panjang untuk dapat menyelesaikan eksekusinya. Mikrokontroler ATMEL AVR RISC

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RSIC (reduce instruction set compute) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR mempunyai kepanjangan Advanced versatile RISC atau Alf and Vegards Risc processor yang berasal dari nama dua mahasiswa Norwegian institute of technology (NTH), yaitu Alf-Egil Bogen dan Vegard Wollan.

AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51



Gambar 3.7: Arsitektur ATmega8535

yang memiliki arsitektur CISC (complex insruction set computer) di mana mikrokontroller MSC51 membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi 1 instruksi . selain itu, mikrokontroller AVR memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, Timer/counter, Watchdog Timer, PWM ,Port I/O, Komunikasi serial, komparator, I2C,dll.), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, programmer dan desainer dapat menggunakan untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomatis instruksi, peralatan telekomunikasi,dan berbagai keperluan lain.secara umum mikrokontroller AVR dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok yaitu keluarga Attiny, AT90SXX,Atmega,AVRXMega, dan AVR32 UC3.

3.5 Jenis-Jenis Mikrokontroler

- Mikrokontroler TinyAVR (ATTiny) adalah mikrokontroler 8 bit. AT-Tiny merupakan mikrokontroller avr kecil dan memiliki peripheral yang terbatas.
- Mikrokontroler AT90S adalah mikrokontroler 8 bit jenis lama,merupakan mikrokontroller avr klasik.
- Mikrokontroler Atmega adalah mikrokontroler 8 bit. Atmega memiliki peripheral lebih banyak dibandingkan dengan seri ATTiny.
- Mikrokontroler Xmega adalah mikrokontroler 8/16 bit. Xmega memiliki periphelal baru dan canggih dengan untuk kerja, sistem monitoring event dan DMA yang ditingkatkan,serta merupakan pengembangan keluarga AVR untuk pasar low power dan high performance. Dengan adanya fitur DMA(direct memory access) dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kemacetan pada saat transfer data. Xmega mendukung kriptografi AES dan DES.
- Mikrokontroler AVR32 adalah mikrokontroler 32 bit, mikrokontroller ini pertama kali dibuat oleh atmel pada tahun 2006. AVR32 menggunakan arsitektur RISC 32 bit, mikrokontroler ini ditujukan untuk bersaing dengan mikrokontroler yang berbasis prosesor ARM mikrokontroler AVR32 tidak memiliki EEPROM internal, sebagai pengganti EEPROM , AVR32 dapat menggunakan SD Card dan MMC.

3.6 Bahasa Pemrograman

Untuk menjalankan mikrokontroler dibutuhkan sebuah program atau kode inisialisasi dalam bentuk biner 0 dan 1. Dalam menginisialisai program tersebut dibutuhkan sebuah pengkonversi (compiler) untuk mempermudah manusia dalam menentukan fungsi mikrokontroler tersebut dalam arti lain mengubah bahasa manusia menjadi bahasa kode mikrokontroler yaitu 0/1. Bahasa yang dimaksud dalam pengkonversi tersebut disebut sebagai code program / pemrograman. Dalam pemrograman suatu mikrokontroler terdapat 3 level atau tingkatan berdasarkan tingkat kesukarannya yaitu bahasa mesin, assembly, dan bahasa tingkat tinggi.

3.6.1 Bahasa Mesin

Bahasa mesin (machine language/machine code) adalah bahasa yang dipahami oleh komputer. Kode yang terdapat pada bahasa ini berupa kode bilangan biner yang dapat diproses oleh mikroprosesor sehingga sulit dipahami oleh manusia. Bahasa mesin umumnya bersifat spesifik, yaitu tidak lintas jenis mikroprosesor sehingga suatu jenis mikroprosesor memiliki bahasa pemrograman yang berbeda dengan jenis mikroprosesor lainnya. File bahasa mesin memiliki ekstensi .hex, karena untuk kepentingan manusia yang memprogram kode biner dikonversikan menjadi kode bilangan heksadesimal.

3.6.2 Bahasa Assembly

Bahasa Assembly terdiri dari instruksi berupa representasi mnemonic dari instruksi berupa kode bilangan biner dari bahasa mesin. Umumnya mnemonic berupa singkatan tiga atau empat huruf dari kata yang mewakili suatu instruksi. Contohnya instruksi Assembly adalah sebagai berikut :

- SUB adalah kode Assembly untuk instruksi subtract, yaitu mengurangi suatu angka dari angka lain.
- CBI adalah kode Assembly untuk instruksi Clear Bit I/O, yaitu memberi logika nol pada suatu pin I/O digital.

Instruksi pada Bahasa Assembly diterjemahkan menjadi bahasa mesin oleh perangkat lunak Assembler. Seperti juga bahasa mesin bahasa Assembly juga spesifik untuk suatu jenis mikroprosesor tertentu.

3.6.3 Bahasa Tingkat Tinggi

Bahasa pemrograman tingkat tinggi (high level programming language) memiliki sintaks yang lebih mendekati bahasa manusia. Hal ini menyebabkan bahasa tingkat tinggi lebih mudah untuk dipelajari. Meski demikian bahasa tingkat tinggi umumnya menghasilkan ukuran kode yang lebih besar dibandingkan bahasa Assembly. Bahasa tingkat tinggi memerlukan perangkat lunak kompiler (compiler) untuk menerjemahkan kode menjadi bahasa mesin. Contoh compiler atau bahasa pemrograman yang berada pada tingkat tinggi Bahasa C dan Bahasa Basic

3.6.4 Operator

Operator adalah source code yang digunakan dalam mengelolah data baik itu membandingkan, menyamakan, menjumlahkan, dls.

Tabel 3.1: operator kondisi

Operator Kondisi	Keterangan
<	lebih kecil
<=	lebih kecil atau sama dengan
>	lebih besar
>=	lebih besar atau sama dengan
==	sama dengan
!=	tidak sama dengan

Tabel 3.2: Operator Aritmatika

Operator Aritmatika	Keterangan
+	Penjumlahan
-	Pengurangan
*	Perkalian
/	Pembagian
%	Sisa Bagi (Modulus)

3.7 Mikrokontroler AVR

Mikrokontroler AVR (Alf and Vegards Risc processor) dari Atmel ini menggunakan arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer) yang

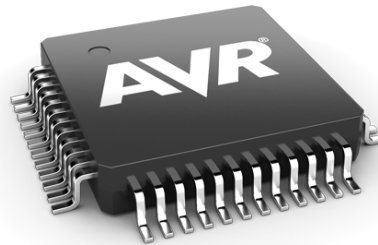
Tabel 3.3: Operator Logika

Operator Logika	Keterangan
!	Boolean NOT
&&	Boolean AND
—	Boolean OR

Tabel 3.4: Operator Bitwise

Operator Bitwise	Keterangan
~	komplement bitwise
&	Bitwise AND
—	Bitwise OR
^	Bitwise Exclusive OR
>>	Right Shift
<<	Left Shift

artinya prosesor tersebut memiliki set instruksi program yang lebih sedikit dibandingkan dengan MCS-51 yang menerapkan arsitektur CISC (Complex Instruction Set Computer).



Gambar 3.8: Mikrokontroler AVR

Hampir semua instruksi prosesor RISC adalah instruksi dasar (belum tentu sederhana), sehingga instruksi-instruksi ini umumnya hanya memerlukan 1 siklus mesin untuk menjalankannya. Kecuali instruksi percabangan yang membutuhkan 2 siklus mesin. RISC biasanya dibuat dengan arsitektur Harvard, karena arsitektur ini yang memungkinkan untuk membuat eksekusi instruksi selesai dikerjakan dalam satu atau dua siklus mesin, sehingga akan semakin cepat dan handal. Proses downloading programnya relatif lebih mudah karena dapat dilakukan langsung pada sistemnya.

Sekarang ini, AVR dapat dikelompokkan menjadi 6 kelas, yaitu keluarga

Tabel 3.5: Operator Assignment

Operator Assignment	Keterangan
=	Untuk memasukkan nilai
+=	Untuk menambahkan nilai dari keadaan semula
-=	Untuk mengurangi nilai dari keadaan semula
*=	Untuk mengalikan nilai dari keadaan semula
/=	Untuk melakukan pembagian terhadap bilangan semula
%=	Untuk memasukkan nilai sisa pembagian bilangan semula
<<=	Untuk memasukkan shift left
>>=	Untuk memasukkan shift right
&=	Untuk memasukkan bitwise AND
^=	Untuk memasukkan bitwise XOR
—=	Untuk memasukkan bitwise OR

ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, keluarga AT90CAN, keluarga AT90PWM dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya, sedangkan dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan hampir sama.

3.7.1 Memori

Bagian memori dari mikrokontrol Atmel RISC AVR berbasis Harvard Model, yang mana memorinya terbagi sehingga dapat meningkatkan kecepatan akses dan meningkatkan kapasitas. CPU membagi antarmuka untuk bagian kode memori FLASH, bagian memori data, dan memori EEPROM.

- kode memori FLASH, memori FLASH merupakan blok dari memori FLASH yang dimulai dari lokasi 0x000 dan ukurannya tergantung dari mikrokontroler yang digunakan. Memori FLASH merupakan memori non-volatile dan digunakan untuk menyimpan kode eksekusi dan konstanta, karena kode-kode tersebut akan digunakan kembali meskipun mikrokontroler tidak terhubung ke catu daya, oh iya.. yang dimaksud non-volatile yaitu kode yang disimpan dalam memori tidak hilang meskipun mikrokontroler tidak dialiri listrik, ruang memori antara 16 bit pada setiap lokasi untuk menagani instruksi mesin yang khususnya single-16 bit word.
- Memori DataMemori data Atmel AVR khasnya terdiri dari tiga bagian memori baca/tulis terpisah .bagian terendah terdiri dari 32 register

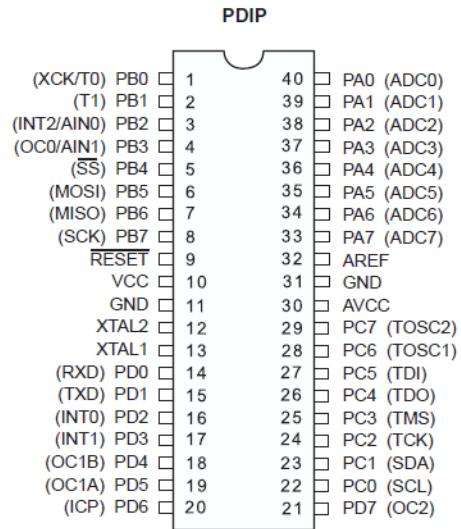
kerja umum, yang diikuti oleh 64 register I/O, yang diikuti oleh internal SRAM. Register kerja umum hanya : digunakan untuk menyimpan variabel lokal dan data temporal yang digunakan oleh program saat dieksekusi dan dapat juga digunakan untuk penyimpanan data variabel global, 64 register I/O digunakan sebagai antarmuka untuk perangkat I/O dan peripheral yang berada di papan mikrokontroler. dan internal SRAM digunakan sebagai area penyimpanan variable umum dan juga untuk prosessor stack.

- Register-register, Register kerja umum menempati 32 sel terndah dalam data memori. register ini kebanyakan digunakan seperti data penyimpanan dalam kalkulator yang mana hanya disimpan sementara. terkadang digunakan untuk menyimpan variable lokal, dan terkadang variable global, dan terkadang sebagai pengarah ke memori yang digunakan oleh prosessor. singkatnya prosessor menggunakan 32 register kerja sebagaimana program dieksekusi.
- Register I/O, Setiap regiter memberikan akses ke register kontrol atau ke register data I/O peripheral yang berada dalam mikrokontroler. Programer lebih sering menggunakan I/O register untuk mengantarmuka ke peripheral I/O dari mikrokontroler. ukuran Register I/O tergantung dari perangkat. setiap register I/O memiliki nama, sebuah alamat I/O, dan alamat SRAM.
- SRAM, Bagian SRAM dari memori digunakan untuk menyimpan variabel yang tidak dapat disimpan kedalam register dan untuk menyimpan prosessor satch.
- Memori EEPROM, bagian memori EEPROM adalah area memori baca/tulis yang non volatile. ini biasanya digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat catu daya dilepas (mikrokontroler dimatikan) dan dipasang kembali (mikrokontroler dinyalakan). ruang EEPROM dimulai dari 0x000 dan ke nilai maksimum tergantung spesifikasi mikrontroler yang digunakan.

3.7.2 Pin I/O and Interface

Konfigurasi pada pin pada setiap mikrokontroler berbeda, ditentukan pada pada setiap Fitur yang di tawarkan ic mikrokontroler, untuk konfigurasi yang akan di paparka sebagai contoh konfigurasi pin adalah atmega 16, mengetahui pin dan Port pada atmega sangat perlu, karena akan memberi

petunjuk untuk membuat skematik dan fitur yang akan di gunakan pada atmega 16.



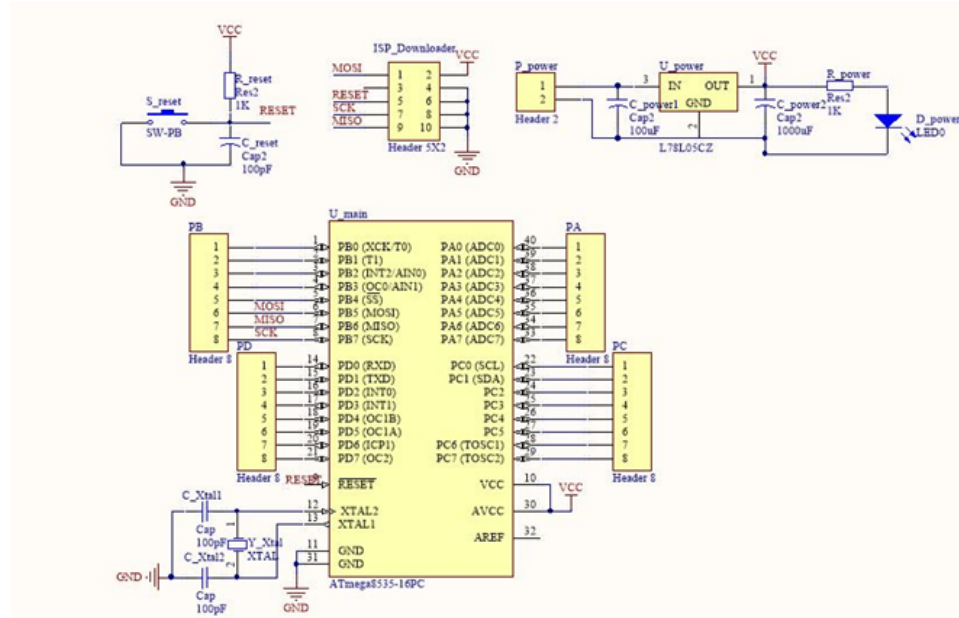
Gambar 3.9: Konfigurasi pin Atmega 16

- VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan arus daya.
- GND merupakan pin Ground.
- Port A, Port B, Port C, Dan Port D dapat di lihat pada gambar
- RESET pin ini digunakan untuk mereset program yang telah berjalan pada mikrokontroler.
- XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan Clock Eksternal.
- AREF merupakan pin referensi pada tegangan ACD.
- AVCC merupakan tegangan masukan pin ADC

3.7.3 Skematik Mikrokontroler

Penerapan aplikasi untuk menggunakan mikrokontroler perlu memahami skematik dari sistem mikrokontroler (sistem). Dalam IC mikrokontroler sudah terintegrasi Clock sebesar 1 MHz, namun dalam pembuatan sistem

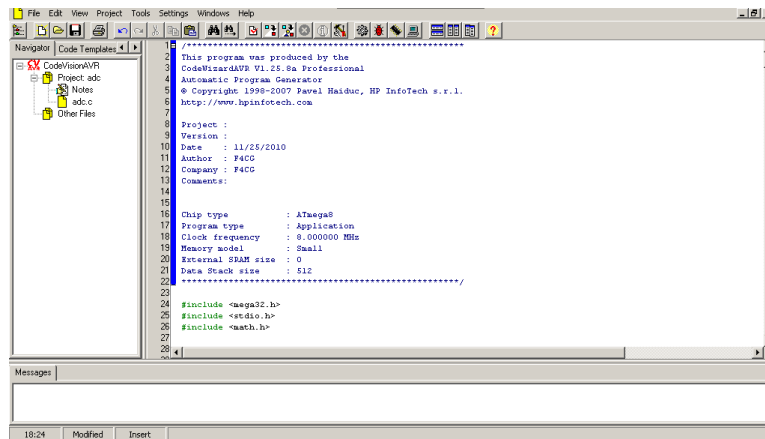
perlu penambahan beberapa komponen seperti Catu Daya, Tombol Reser, dan Clock Eksternal. Berikut adalah skematik sederhana Sismin.



Skematik pada gambar di atas terlihat jelas bahwa sismin membutuhkan komponen tambahan seperti kristal untuk menambah performa clock data pada saat mikrokontroler dijalankan, ic 7805 berfungsi untuk menurunkan tegangan pada tegangan sumber sebesar 12 Vdc. Pin header juga menunjukkan komunikasi jalur data antara mikrokontroler dengan downloader, kemudian terlihat jelas tombol Reset yang terhubung langsung ke kaki pin reset Atmega.

3.7.4 Code Vision AVR

komunikasi antara mesin dengan manusia membutuhkan bahasa tingkat tinggi kemudian di terjemahkan dalam bahasi mesin, AVR merupakan sebuah aplikasi Compiler yang mengubah bahasa tingkat tinggi menjadi bahasa mesin, sehingga apa yang diinginkan manusisa dapat terialisakian pada mikrokontroler.



Gambar 3.10: Aplikasi Code Vison AVR

Penulisan program bahasa C di AVR:

```
#include <mega16.h>           //memanggil file library
#include <delay.h>
#define Motor PORTA.0         //mendefinisikan fungsi PIN
int x;                        //membuat data dengan tipe int

void main(void) {
    DDRA=0xFF;                //isi program
    PORTA=0xFF;
    while(1) {
        //isi program yang berulang
    }
}
```

Gambar 3.11: Contoh Penulisan Program Pada C AVR

Penjelasan:

- `#include` (preprocessor): digunakan untuk memasukkan (include) text dari file lain, mendefinisikan macro yang dapat mengurangi beban kerja pemrograman dan meningkatkan legibility source code (mudah dibaca)
- `#define`: digunakan untuk mendefinisikan macro, atau mendefinisikan fungsi setiap perintah untuk mengatur kerja pin ataupun data.
- `//...` (komentar): perintah ini sebagai pembantu dalam mengatur fungsi source code agar dapat mudah mencari posisi.

- `void main(void)`: penanda atau sebagai penunjuk isi dari program dalam pemrograman AVR, isi dari program dimulai dari tanda kurung kurawal (`{`) dan diakhiri pula dengan tanda tutup kurung kurawal (`}`)
- `while(1)` : penanda atau sebagai penunjuk isi dari program yang memiliki karakteristik berulang (looping)

3.7.5 Downloader

Untuk memasukkan kode-kode kedalam mikrokontroler membutuhkan piranti tambahan yang disebut sebagai downloader, Fungsi utama dari downloader adalah mengupload kode-kode yang telah dibuat kedalam mikrokontroler, kelebihan dari downloader ini adalah pada saat mengupload program lebih cepat dari yang biasanya karena menggunakan komunikasi serial SPI yang terdiri dari 3 data Miso, Miso Dan SCK.



Gambar 3.12: Downloader

Rangkuman

1. Mikroprosesor merupakan sebuah chip atau IC yang hanya memiliki Central Processing Unit (CPU) di dalamnya. Mikroprosesor dalam perkembangan komputer digital disebut sebagai Central Processing Unit (CPU) yang bekerja sebagai pusat pengolah dan pengendalian pada sistem komputer mikro. Sebuah mikroprosesor tersusun dari tiga bagian penting yaitu : Arithmetic Logic Unit (ALU), Register Unit (RU), dan Control Unit (CU) seperti terlihat pada Gambar 1 di bawah ini.
2. Mikrokontroler merupakan sebuah chip atau IC yang didalamnya sudah terdapat prosesor (ALU, CU & Register), memori dan peripheral tambahan lain. Semua bagian tersebut dipadatkan dalam satu buah chip.
3. CISC (Complex Instruction Set Computer) Mikroprosesor CISC merupakan jenis mikrokontroler yang memiliki jumlah instruksi yang kompleks dan lengkap. Contoh: Mikrokontroler CISC: Intel 80C51 (MCS51) dan Motorola 68HC11 mengikuti arsitektur CISC.
4. RISC (Reduce Instruction Set Computer) Mikroprosesor RISC merupakan jenis mikrokontroler yang memiliki jumlah instruksi yang terbatas dan sedikit. Pada arsitektur RISC jumlah instruksi lebih sedikit, tetapi memiliki banyak register dibandingkan dengan CISC. Selain itu pada arsitektur RISC kebanyakan instruksi dieksekusi hanya dalam satu clock cycle dan mode addressing memory yang sederhana. Contoh mikrokontroler RISC: ATMELAVR, Microchip PIC2/16CXX dan National Semiconductor COP8.
5. Mikrokontroler AVR (Alf and Vegards Risc processor) dari Atmel ini menggunakan arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer) yang artinya prosesor tersebut memiliki set instruksi program yang lebih sedikit dibandingkan dengan MCS-51 yang menerapkan arsitektur CISC (Complex Instruction Set Computer).
6. Jenis-Jenis Mikrokontroler
 - Mikrokontroler TinyAVR (ATTiny) adalah mikrokontroler 8 bit. AT-Tiny merupakan mikrokontroler avr kecil dan memiliki peripheral yang terbatas.

- Mikrokontroler AT90S adalah mikrokontroler 8 bit jenis lama, merupakan mikrokontroller avr klasik.
- Mikrokontroler Atmega adalah mikrokontroler 8 bit. Atmega memiliki peripheral lebih banyak dibandingkan dengan seri ATTiny.
- Mikrokontroler Xmega adalah mikrokontroler 8/16 bit. Xmega memiliki periphelal baru dan canggih dengan untuk kerja, sistem monitoring event dan DMA yang ditingkatkan, serta merupakan pengembangan keluarga AVR untuk pasar low power dan high performance. Dengan adanya fitur DMA (direct memory access) dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kemacetan pada saat transfer data. Xmega mendukung kriptografi AES dan DES.
- Mikrokontroler AVR32 adalah mikrokontroler 32 bit, mikrokontroller ini pertama kali dibuat oleh atmel pada tahun 2006. AVR32 menggunakan arsitektur RISC 32 bit, mikrokontroler ini ditujukan untuk bersaing dengan mikrokontroler yang berbasis prosesor ARM mikrokontroler AVR32 tidak memiliki EEPROM internal, sebagai pengganti EEPROM, AVR32 dapat menggunakan SD Card dan MMC.

Tugas

Sebutkan dan jelaskan aplikasi mikrokontroler dalam kehidupan sehari-hari?

SOAL

1. Jelaskan sejarah mikrokontroler.
2. jelaskan perbedaan mikroprosesor dan mikrokontroler.
3. Sebutkan setiap jenis mikrokontroler.
4. jelaskan setiap perbedaan bahasa pemrograman.
5. jelaskan setiap Fungsi dari pin I/O dan Interface

Bab 4

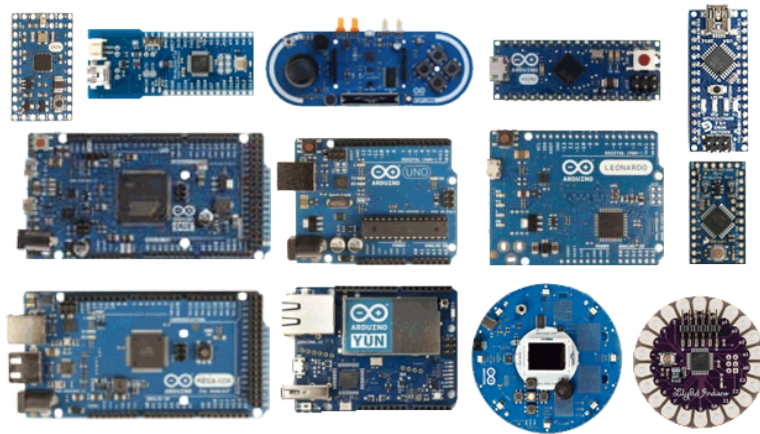
Papan Sistem Terpadu

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu menjelaskan sistem board arduino, wemos, dan raspberry pi.
2. Peserta didik mampu membedakan arduino uno arduino due, dan arduino mega.
3. peserta didiki Mampu menjelaskan menganalisis spesifikasi setiap papan sistem terpadu.

4.1 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.



Gambar 4.1: Jenis-Jenis Arduino

Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para hobbyist atau profesional pun ikut senang mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino. Dan seperti Mikrokontroler yang banyak jenisnya, Arduino lahir dan berkembang, kemudian muncul dengan berbagai jenis. Diantaranya adalah:

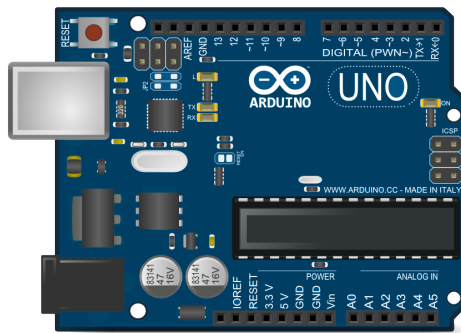
- Arduino Uno Jenis yang ini adalah yang paling banyak digunakan. Terutama untuk pemula sangat disarankan untuk menggunakan Arduino Uno. Dan banyak sekali referensi yang membahas Arduino Uno. Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan ATMEGA328 sebagai Mikrokontrolernya, memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog. Untuk pemograman cukup menggunakan koneksi USB type A to To type B. Sama seperti yang digunakan pada USB printer.

- Arduino Due Berbeda dengan saudaranya, Arduino Due tidak menggunakan ATMEGA, melainkan dengan chip yang lebih tinggi ARM Cortex CPU. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin input analog. Untuk pemogramannya menggunakan Micro USB, terdapat pada beberapa handphone.
- Arduino Mega Arduino Mega Mirip dengan Arduino Uno, sama-sama menggunakan USB type A to B untuk pemogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan Chip yang lebih tinggi ATMEGA2560. Dan tentu saja untuk Pin I/O Digital dan pin input Analognya lebih banyak dari Uno.
- Arduino Leonardo Bisa dibilang Leonardo adalah saudara kembar dari Uno. Dari mulai jumlah pin I/O digital dan pin input Analognya sama. Hanya pada Leonardo menggunakan Micro USB untuk pemogramannya.
- Arduino Fio Fio Bentuknya lebih unik, terutama untuk socketnya. Walau jumlah pin I/O digital dan input analognya sama dengan uno dan leonardo, tapi Fio memiliki Socket XBee. XBee membuat Fio dapat dipakai untuk keperluan projek yang berhubungan dengan wireless.
- Arduino Lilypad Bentuknya yang melingkar membuat Lilypad dapat dipakai untuk membuat projek unik. Seperti membuat amor iron man misalkan. Hanya versi lamanya menggunakan ATMEGA168, tapi masih cukup untuk membuat satu projek keren. Dengan 14 pin I/O digital, dan 6 pin input analognya.
- Arduino Nano Sepertinya namanya, Nano yang berukuran kecil dan sangat sederhana ini, menyimpan banyak fasilitas. Sudah dilengkapi dengan FTDI untuk pemograman lewat Micro USB. 14 Pin I/O Digital, dan 8 Pin input Analog (lebih banyak dari Uno). Dan ada yang menggunakan ATMEGA168, atau ATMEGA328.
- Arduino Mini Fasilitasnya sama dengan yang dimiliki Nano. Hanya tidak dilengkapi dengan Micro USB untuk pemograman. Dan ukurannya hanya 30 mm x 18 mm saja.
- Arduino Micro Ukurannya lebih panjang dari Nano dan Mini. Karena memang fasilitasnya lebih banyak yaitu; memiliki 20 pin I/O digital dan 12 pin input analog.

- Arduino Ethernet Ini arduino yang sudah dilengkapi dengan fasilitas ethernet. Membuat Arduino kamu dapat berhubungan melalui jaringan LAN pada komputer. Untuk fasilitas pada Pin I/O Digital dan Input Analognya sama dengan Uno.
- Arduino Esplora Rekomendasi bagi kamu yang mau membuat gadget seperti Smartphone, karena sudah dilengkapi dengan Joystick, button, dan sebagainya. Kamu hanya perlu tambahkan LCD, untuk lebih mempercantik Esplora.
- Arduino Robot Ini adalah paket komplit dari Arduino yang sudah berbentuk robot. Sudah dilengkapi dengan LCD, Speaker, Roda, Sensor Infrared, dan semua yang kamu butuhkan untuk robot sudah ada pada Arduino ini.

4.2 Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (datasheet). Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.



Gambar 4.2: Arduino Uno

Arduino Uno berbeda dari semua board Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sebaliknya,

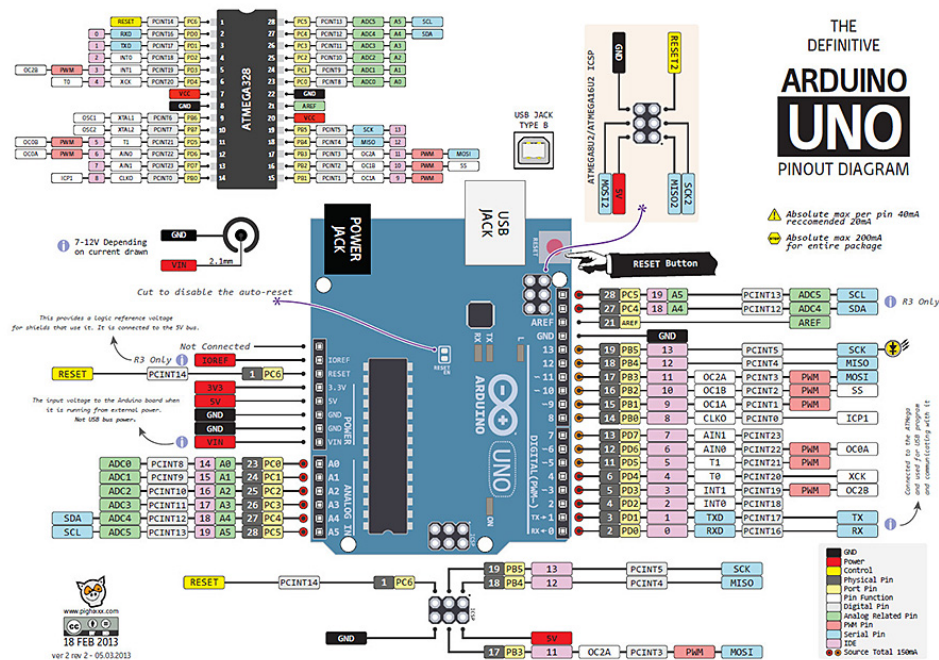
fitur-fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Revisi 2 dari board Arduino Uno mempunyai sebuah resistor yang menarik garis 8U2 HWB ke ground, yang membuatnya lebih mudah untuk diletakkan ke dalam DFU mode. Revisi 3 dari board Arduino UNO memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

1. Pin out 1.0: ditambah pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang diletakkan dekat dengan pin RESET, I/O, REF yang memungkinkan shield-shield untuk menyesuaikan tegangan yang disediakan dari board. Untuk ke depannya, shield akan dijadikan kompatibel/cocok dengan board yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan tegangan 5V dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3V. Yang ke dua ini merupakan sebuah pin yang tak terhubung, yang disediakan untuk tujuan kedepannya.
2. Sirkuit RESET yang lebih kuat.
3. Atmega 16U2 menggantikan 8U2.


4.2.1 Pin Arduino

Fungsi dari setiap pin pada arduino mempunyai fungsi-fungsi khusus, untuk membuat suatu Projek, hal ini sangat dibutuhkan untuk demi kelancaran pembuatan projek, berikut beberapa penjelasan bagian penting pada papan arduino uno adalah sebagai berikut.

- mikrokontroler Atmega 328 adalah otak papan Arduino komponen ini adalah in (integritet circuit) yang di pasang pada soket header sehingga memungkinkan untuk di lepas.
- Konektor USB (universal Serial Bus) berfungsi sebagai penghubung PC konektor ini berfungsi sebagai pemasok tegangan pada papan Arduino
- Konektor catu daya berfungsi sebagai panghubung ke sumber eksternal. pada saat ini digunakan pastikan usb tidak terhubung ke pc konektor ini membutuhkan sekitar +7 - 12 Vdc.
- Pin digital adalah pin yang digunakan untuk menerima atau mengirim isyarat digital. isyarat 1 (sering dinyatakan HIGH) dipersentasikan dalam bentuk tegangan 5V dan isyarat 0 (kerap di nyatakan LOW) diwujudkan dalam bentuk tegangan 0V. Nomor untuk pin digital berupa 0-13.



Gambar 4.3: Data Sheet Arduino uno

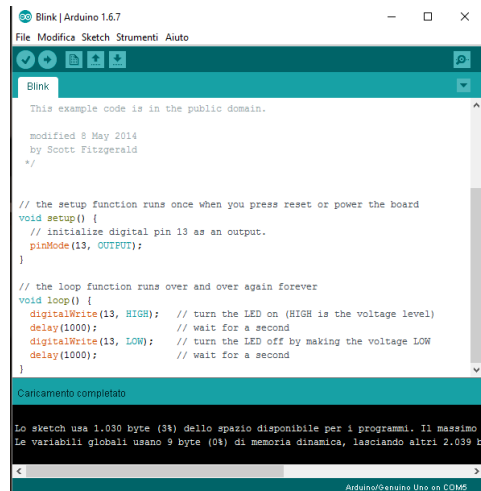
- Beberapa pin Digital yang dimana pin PWM ditandai dengan simbol , Input analog ditandai dengan huruf A, Vin bersal dari voltage in, Gnd bersal dari ground, 5v adalah tegangan 5 V, RX TX adalah komunikasi data dan pin 13 terhubung ke led.

Data sheet Arduino dapat digunakan Pada saat Perancangan proyek untuk Meminimalisir kesalahan pada Proyek yang akan di buat, selain itu data sheet juga dapat memberikan gambaran perencanaan proyek dan mempermudah pembuatan proyek.

4.2.2 Arduino IDE

Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat listing program pada arduino yang di sediakan di situs arduino.cc Arduino IDE (integrated development Environment) yang berarti adalah software yang terintegrasi sehingga beberapa keperluan disediakan di dalamnya dalam bentuk antarmuka berbasis menu, dengan menggunakan arduino IDE. Kelebihan software ini dapat memeriksa listing yang salah. Selain itu listing program

arduino juga di sediakan sehingga sudah terintegrasi pada setiap sensor atau module arduino.



Gambar 4.4: Arduino IDE

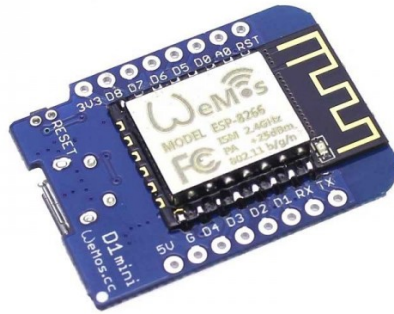
4.3 Wemos

Wemos adalah sebuah board Mikrokontroler pengembangan berbasis modul mikrokontroler ESP 8266. Board Wemos dibuat sebagai solusi dari mahal-nya sebuah sistem wireless berbasis Mikrokontroler lainnya. Dengan menggunakan Board Wemos biaya yang dikeluarkan untuk membangun sistem WiFi berbasis Mikrokontroler sangat murah, hanya sepersepuluhnya dari biaya yang dikeluarkan apabila membangun sistem WiFi dengan menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno dan WiFi Shield Mikrokontroler Wemos yang berbeda pada Mikrokontroler ini yaitu kemampuannya untuk menyediakan fasilitas konektifitas WiFi dengan mudah serta memory yang digunakan sangat besar yaitu 4 MB.

Pada Mikrokontroler wemos memiliki 2 buah chipset yang digunakan sebagai otak kerja platform tersebut. Beberapa chipset pada Mikrokontroler ini adalah :

1. Chipset ESP8266 ESP8266 adalah sebuah chip microcontroller yang memiliki fitur Wi-Fi yang mendukung stack TCP / IP. Diproduksi oleh produsen Cina yang berbasis di Shanghai, Espressif. Pada Agustus 2014 AI-Thinker membuat modul ESP-01 dengan menggunakan lisensi oleh Espressif. modul kecil ini memungkinkan mikrokontroler untuk

terhubung dengan jaringan Wi-Fi dan membuat koneksi TCP / IP hanya dengan menggunakan command yang sederhana seperti Hayes-gaya.



Gambar 4.5: Wemos ESP 8265

Harga yang sangat rendah dan sangat sedikit komponen eksternal pada modul ini mengakibatkan sangat murah harga sebuah chip ini. Dengan clock 80 MHz chip ini dibekali dengan 4MB Eksternal RAM, mendukung format IEEE 802.11 b/g/n sehingga tidak menyebabkan interference bagi yang lain. Mendukung enkripsi WEP, WPA sehingga menjadikan chipset ini sangat aman digunakan. Chipset ini memiliki 16 GPIO pin yang berkerja pada 3.3 Volt, 1 pin ADC dengan resolusi 10 bit.

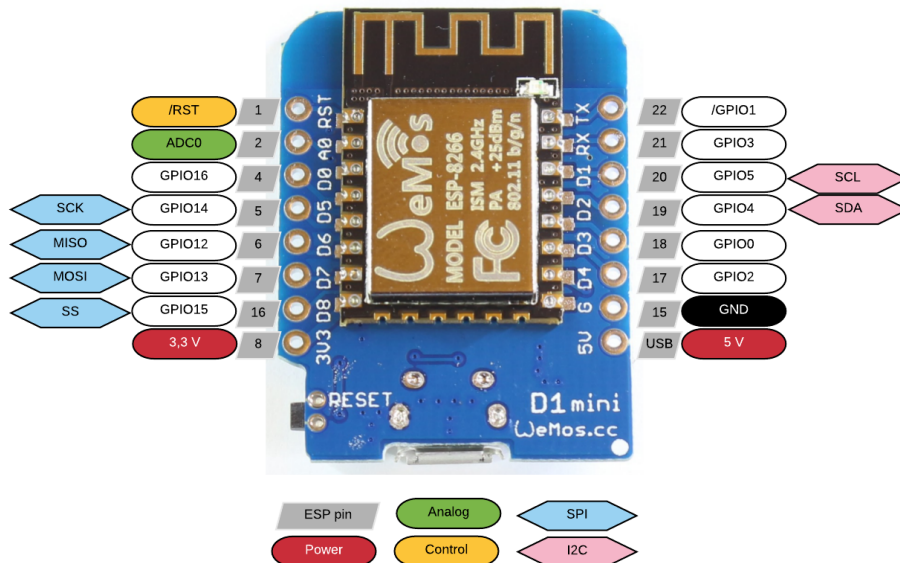
2. Chipset CH340 CH340 adalah sebuah Chipset yang mengubah USB menjadi serial interface Sebagai contohnya adalah aplikasi USB converter to IrDA atau aplikasi USB converter to Printer Dalam mode serial interface, CH340 mengirimkan sinyal penghubung yang umum digunakan pada MODEM. CH340 digunakan untuk memperbesar asynchronous serial interface komputer atau mengubah perangkat serial interface umum untuk berhubungan dengan bus USB secara langsung.

4.3.1 Spesifikasi Wemos

Meskipun bentuk board ini dirancang menyerupai arduino uno, namun dari sisi spesifikasi, sebenarnya jauh lebih unggul Wemos D1, salah satunya dikarenakan inti dari Wemos D1 adalah Esp8266EX yang memiliki prosesor 32 bit. (Bandingkan dengan Arduino UNO, yang berintikan AVR 8 bit).

Sebagaimana board berbasis ESP8266, wemos D1 memiliki spesifikasi yang sama yaitu :

- A 32 bit RISC CPU running at 80MHz
- 64Kb of instruction RAM and 96Kb of data RAM
- 4MB flash memory! Yes thats correct, 4MB!
- Wi-Fi
- 16 GPIO pins
- I2C,SPI
- I2S
- 1 ADC

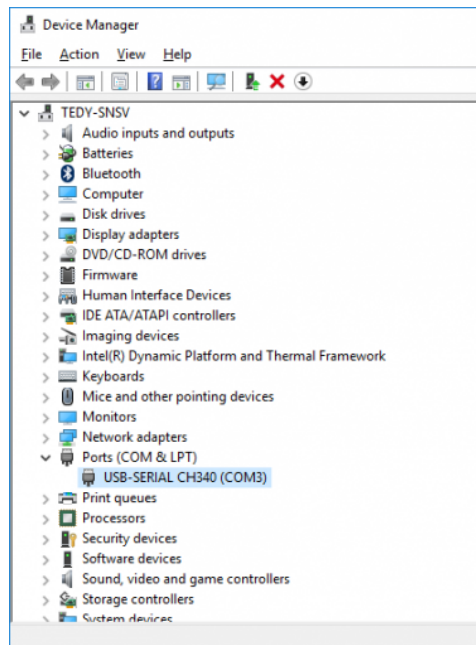


Gambar 4.6: Data Sheet Wemos ESP 8265

Untuk menggunakan board ini, pada prinsipnya sama dengan menggunakan board lain yang berbasis ESP8266. Bisa menggunakan firmware NodeMCU, dan memprogramnya menggunakan Lua. atau bisa juga kita

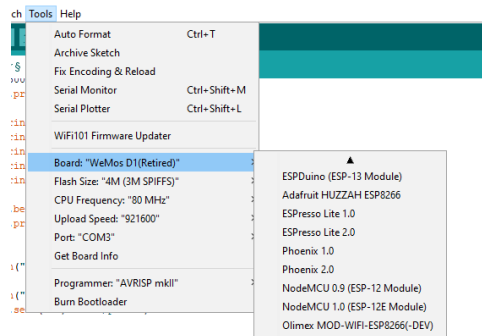
membuat firmware sendiri menggunakan Arduino IDE. Yang perlu diperhatikan adalah, pastikan Arduino IDE yang digunakan sudah diinstal addon board ESP8266 sebelum digunakan. Jika belum menginstal board esp8266, silahkan baca terlebih dahulu cara instalasi Addon ESP8266 pada Arduino IDE.

Wemos D1 sudah dilengkapi dengan ic usb to serial CHG340 (Jangan lupa menginstal driver agar IC ini bisa terbaca di komputer), sehingga kita tidak perlu membeli modul usb to serial secara terpisah. Satu satunya yang diperlukan adalah kabel data USB yang biasa kita gunakan untuk mentransfer data/mencharge smartphone android. Setelah Wemos D1 terhubung dengan port USB komputer, cek terlebih dahulu di device manager berapa port serial yang terbaca.



Gambar 4.7: Pembacaan serial com 3

Port serial terbaca pada COM3. Nilai ini bisa jadi berbeda dengan komputer yang anda gunakan, sehingga penting untuk mengecek terlebih dahulu. Untuk memulai memrogram board Wemos D1, Jalankan Arduino IDE yang telah terinstal, lalu pilih menu Tools ke Board ke Wemos D1 (Retired). Jangan lupa sesuaikan port Arduino, di Tools ke Port dengan yang nilai port serial terbaca pada device manager.



Gambar 4.8: Pemanggilan Listing Program

Addon yang telah diinstal pada Arduino IDE juga menyediakan banyak sampel program yang bisa digunakan sebagai langkah awal memprogram wemos D1. Pada tulisan ini, embeddednesia akan menggunakan contoh program HelloServer yang bisa dijadikan contoh bagaimana mudahnya memprogram wemos D1. Pada menu File pilih Examples ESP8266WebServer HelloServer. Arduino IDE akan menampilkan contoh program HelloServer seperti berikut.

```

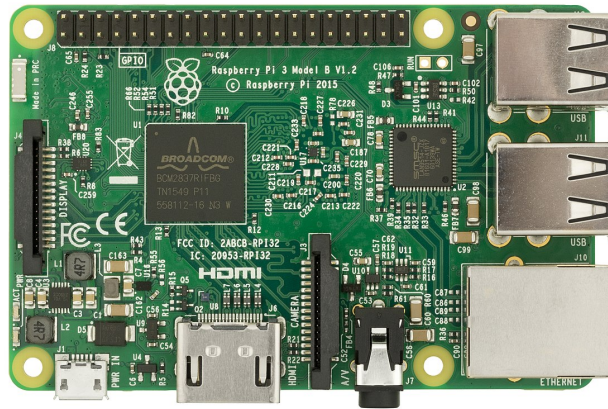
1  #include <ESP8266WiFi.h>
2  #include <WiFiClient.h>
3  #include <ESP8266WebServer.h>
4  #include <ESP8266mDNS.h>
5
6  const char* ssid = "SSID_ANDA_DISINI";
7  const char* password = "passwordwifi";
8
9  ESP8266WebServer server(80);
10
11 const int led = 13;
12
13 void handleRoot() {
14     digitalWrite(led, 1);
15     server.send(200, "text/plain", "hello from esp8266!");
16     digitalWrite(led, 0);
17 }

```

Gambar 4.9: Listing Program Wemos

4.4 Raspberry

Raspberry Pi, sering disingkat dengan nama Raspi, adalah komputer papan tunggal (single-board circuit; SBC) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi. Raspberry Pi dikembangkan oleh yayasan nirlaba, Raspberry Pi Foundation, yang digawangi sejumlah pengembang dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris.



Gambar 4.10: Raspberry Pi

Ide dibalik Raspberry Pi diawali dari keinginan untuk mencetak pemrogram generasi baru. Seperti disebutkan dalam situs resmi Raspberry Pi Foundation, waktu itu Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang, dan Alan Mycroft, dari Laboratorium Komputer Universitas Cambridge memiliki kekhawatiran melihat kian turunnya keahlian dan jumlah siswa yang hendak belajar ilmu komputer. Mereka lantas mendirikan yayasan Raspberry Pi bersama dengan Pete Lomas dan David Braben pada 2009.

Tiga tahun kemudian, Raspberry Pi Model B memasuki produksi massal. Dalam peluncuran pertamanya pada akhir Februari 2012 dalam beberapa jam saja sudah terjual 100.000 unit. Pada bulan Februari 2016, Raspberry Pi Foundation mengumumkan bahwa mereka telah menjual 8 juta perangkat Raspi, sehingga menjadikannya sebagai perangkat paling laris di Inggris.

Raspberry Pi juga bagus dalam melakukan banyak hal yang tidak membutuhkan komputer mahal untuk membuatnya. seperti berjalan sebagai

NAS (Network Attached Storage), web server, router, media center, TorrentBox dan masih banyak lagi.

Sistem operasi utama untuk Pi adalah Raspbian OS dan didasarkan dari Debian (based on debian). Ini adalah distribusi Linux sehingga memungkinkan akan merasa sedikit berbeda jika sering menggunakan komputer Windows. Meskipun sistem operasi yang didukung utama adalah Raspbian juga dapat menginstal sistem operasi lain seperti Ubuntu core dan Ubuntu mare, Pirate OS, OSMC, RIS OS, Windows 10 IOT dan banyak lagi.

Nama Raspberry ini terinspirasi dari vendor-vendor terkenal yang menggunakan nama buah-buahan (seperti Apple, BlackBerry, dan Apricot). Nama Pi merupakan kepanjangan dari Phyton, yaitu sebuah bahasa pemrograman interpretatif serbaguna. Pada awalnya Raspberry Pi memiliki konsep sebuah komputer sederhana yang dapat diprogram dengan Phyton.

Proyek Raspberry Pi dimulai pada tahun 2006. Mereka berkeinginan untuk merasakan semangat menjadi seorang pelopor, seperti yang dirasakan pada tahun 1980, ketika Personal Computer (PC) dengan harga terjangkau tersedia untuk para penggemar komputer. Mereka memiliki kekhawatiran terhadap berkurangnya minat terhadap ilmu komputer dan berpendapat bahwa kurikulum ICT saat ini terlalu berfokus pada membuat word processing, spreadsheet, dan database. Awalnya mereka berencana untuk membuat komputer berbasis mikrokontroler yang dapat booting secara langsung kepada Python interpreter prompt. Perangkat yang murah ini diciptakan untuk mempromosikan sebuah generasi baru dalam dunia pemrograman dan pengembangan.

Karena biaya produksi dari sistem yang dapat bekerja dengan kemampuan jaringan, driver, dan lain-lain ke dalam interpreter, maka mereka memutuskan untuk menggunakan sistem operasi Linux yang bersifat fleksibel dan Open Source. Karyawan perusahaan Broadcom, Eben Upton serta tokoh-tokoh lainnya seperti Jack Lang, David Braben, Pete Lomas, Profesor Alan Mycoft, dan Dr Robert Mullins mendirikan sebuah badan amal yang disebut The Raspberry Pi Foundation.

Mereka memiliki gagasan untuk merancang papan System on Chip (SoC) yang diisi dengan chip processor Broadcom ARM11, lalu dijual dengan harga yang terjangkau, ditujukan untuk para insinyur komputer generasi baru yang tentunya berpotensi besar. Mulanya, Papan Prototype pertama mereka hanyalah sebesar Flashdisk, yang memiliki 1 port USB dan port HDMI. Papan ini juga memiliki slot MicroSD untuk menyimpan OS linux. Papan ini terlalu kecil untuk menambahkan port LAN, port GPIO, atau output audio, yang artinya papan ini kurang cocok untuk dikembangkan.

4.4.1 Model Raspberry Pi

Ada 3 model yang berbeda dari Pi hingga saat ini, saya akan memberi sedikit review raspberry pi agar anda dapat memilihnya sesuai dengan kebutuhan anda.

1. Raspberry Pi A+

Raspberry Pi A+ adalah cersi dari raspberry pi yang rendah spec dan harga. versi ini hanya memiliki satu port USB, konsumsi daya yang rendah, tidak ada port Ethernet dan hanya 256mb ram.

Versi dari Pi lebih cocok untuk proyek-proyek yang tidak memerlukan sejumlah besar power untuk pemrosesan, anda dapat menggunakannya untuk project-project seperti robotika, pesawat remote control / mobil dan project sistem embedded.

2. Raspberry Pi B dan B+

Raspberry Pi B+ dan B adalah versi sebelumnya dari raspi yang kini telah digantikan oleh Raspberry Pi 2. Versi B + memiliki satu CPU core, 4 port USB, slot kartu micro SD dan konsumsi daya yang rendah. Hal ini meningkatkan pada model sebelumnya B yang hanya memiliki 2 port USB, konsumsi daya yang lebih tinggi, ukuran SD Card Slot dan beberapa hal lainnya.

3. Raspberry Pi 2

Raspberry Pi 2 adalah versi terbaru dari Pi dan versi tercepat dari Pi saat artikel ini ditulis. Raspberry pi 2 dan versi B+ adalah versi paling populer yang dapat anda temukan karena kekuatan pemrosesan dan jumlah port yang bisa anda dapatkan.

Raspberry Pi 2 adalah penggantian B + dan memiliki fitur 900 MHz quad core CPU dan 1 GB ram. Sisa dari spesifikasi tetap sama seperti apa yang akan Anda temukan di model sebelumnya yaitu Raspberry Pi B+.

4.4.2 Aplikasi Penggunaan Raspberry Pi

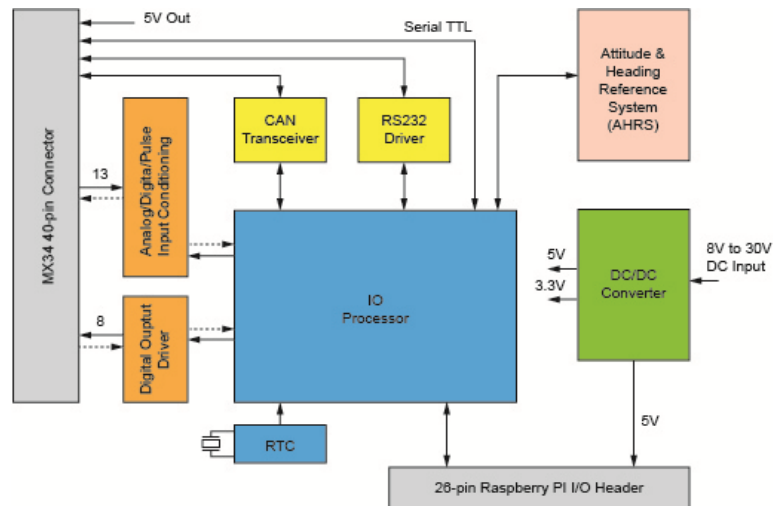
Komputer yang biasa digunakan untuk melakukan kegiatan ringan sehari-hari, seperti menonton HD movie, word processing, mendengarkan musik, dan kegiatan lainnya

1. Bisa dihubungkan dengan aneka macam sensor seperti sensor cahaya, suhu, gerakan, dll.

2. Bisa dibuat web server.
3. Bisa dijadikan server NAS (Network Attached Storage) di rumah.
4. Bisa dikombinasikan bersama Arduino.
5. Download manager.
6. Raspberry Pi bisa dijadikan sebagai Komputer yang mendownload file-file film yang bisa kita tinggal tanpa mengkhawatirkan konsumsi listrik.
7. Print Server.
8. Print Server adalah Alat yang di hubungkan dengan Printer,menjadikan printer anda bisa di gunakan bersama-sama dalam sebuah jaringan LAN.
9. Raspberry Pi juga bisa di jadikan print server ,dengan menghubungkan printer yang ingin di jadikan printer Jaringan
10. Wifi Internet Radio Player
11. Raspberry bisa juga di gunakan untuk memainkan music yang di streaming dari Internet Radio, anda bisa mengatur volume,mengatur list lagu dari handphone anda(android,Blackberry)
12. bisa digunakan menjadi Server untuk hosting website anda, berbasis html, php dan mysql.
13. Home Automation
14. anda bisa membuat Home Automation untuk mengontrol lampu ,penyiraman taman, kipas angin,AC dan lain nya, dan bisa di atur baik dari layar LCD maupun Handphone anda.

4.4.3 Spesifikasi Board Raspberry Pi

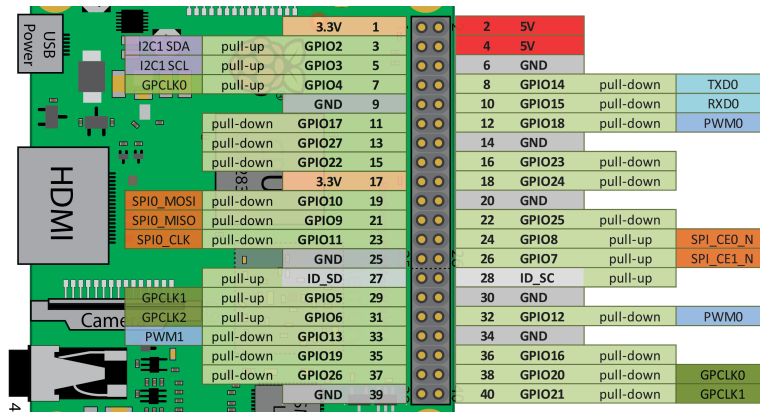
Raspberry Pi board dibuat dgn type yg berbeda yaitu Raspberry Pi type A ,A+ Raspberry Pi type B.,B+ Raspberry pi 2,Raspberry pi 3,Raspberry Pi zero. Perbedaanannya antara lain pada Ram dan Port LAN. Type A RAM = 256 Mb dan tanpa port LAN(ethernet), type B = 512 Mb dan terpasang port untuk LAN.



Gambar 4.11: Blok Diagram Raspbarry Pi

4.4.4 Pin I/O

1. HDMI, dihubungkan ke LCD TV yg mempunyai port HDMI atau dengan cable konverter HDMI to VGA dapat dihubungkan ke monitor PC.
2. Video analog (RCA port) , dihubungkan ke Televisi sebagai alternatif jika anda tdk memilih monitor PC .
3. Audio output
4. 2 buah port USB digunakan untuk keyboard dan mouse
5. 26 pin I/O digital
6. CSI port (Camera Serial Interface)
7. DSI (Display Serial Interface)
8. LAN port (network)
9. SD Card slot untuk SD Card memori yg menyimpan sistem operasi berfungsi spt hardisk pd PC.



Gambar 4.12: Data Sheet I/O Raspberry Pi

4.4.5 Sistem Operasi Raspberry

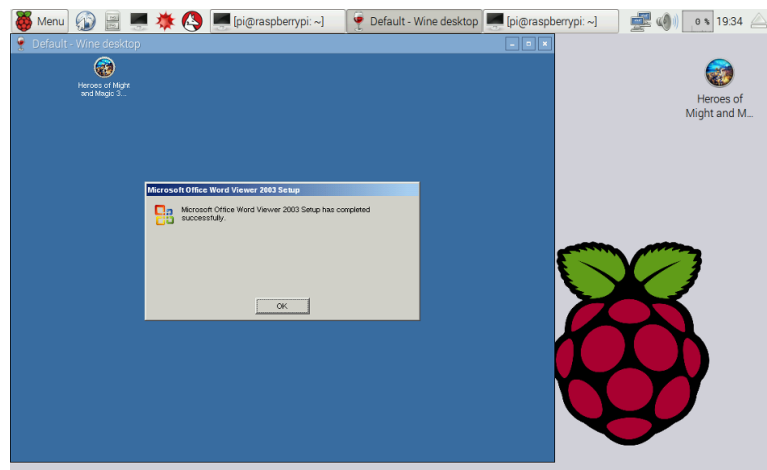
Untuk menggunakan Raspberry pi kita memerlukan operating system (contoh OS : windows, linux, mac , Unix dst) yg dijalankan dari SD card pada board Raspberry tidak seperti pada board mikrokontroler AVR yg selama ini kita pakai tanpa OS . Operating system yang banyak dipakai antara lain Linux distro Raspbian. OS disimpan di SD card dan saat proses boot OS hanya bisa dari SD card tdk dari lokasi lain.

OS yang bisa di jalankan di Raspberry board antara lain : Arch Linux ARM, Debian GNU/Linux, Gentoo, Fedora, FreeBSD, NetBSD, Plan 9, Inferno, Raspbian OS, RISC OS dan Slackware Linux. Jadi dlm menggunakan mikrokomputer Raspberry Pi ini kita seperti menggunakan PC yg berbasis linux plus yg mempunyai input output digital seperti yang ada di board mikrokontroler.

noobs adalah tool untuk menginstal sistem operasi dengan mudah untuk Raspberry Pi. Menggunakan software ini Anda akan dapat dengan mudah memilih sistem operasi pilihan untuk menginstalnya pada Raspberry Pi. Berikut Sistem Operasi saat ini termasuk dalam noobs :

1. Raspbian
2. Pidora
3. OpenELEC
4. RaspBMC

5. OS RISC
6. Arch Linux



Gambar 4.13: OS Raspberry Pi

Rangkuman

1. Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.
2. Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (datasheet). Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset.
3. Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat listing program pada arduino yang di sediakan di situs arduino.cc Arduino IDE (integratet development Environment) yang berarti adalah software yang terintegrasi sehingga beberapa keperluan disediakan di dalamnya dalam bentuk antara mukan berbasis menu, dengan menggunakan arduino IDE.
4. Wemos adalah sebuah board Mikrokontroler pengembangan berbasis modul mikrokontroler ESP 8266. Board Wemos dibuat sebagai solusi dari mahalnya sebuah sistem wireless berbasis Mikrokontroler lainnya. Dengan menggunakan Board Wemos biaya yang dikeluarkan untuk membangun sistem WiFi berbasis Mikrokontroler.
5. Raspberry Pi, sering disingkat dengan nama Raspi, adalah komputer papan tunggal (single-board circuit; SBC) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresousi tinggi. Raspberry Pi dikembangkan oleh yayasan nirlaba, Rasberry Pi Foundation, yang digawangi sejumlah pengembang dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris.

Tugas

Sebutkan dan jelaskan papan sistem terpadu yang menurut Anda mudah digunakan.?

SOAL

1. Jelaskan Perbedaan Arduino, Wemos, dan Raspbarry Pi?
2. Jelaskan Perbedaan arduino uno, arduino due, dan arduino megas?
3. Jelaskan Spesifikasi Arduino uno?

Bab 5

Komunikasi data dan Interface

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian komunikasi data.
2. peserta didik mampu mendeskripsikan karakteristik dasar komunikasi data.
3. peserta didik Mampu membedakan setiap data Interface.

5.1 Kominiksai Data dan antara muka

Komunikasi data adalah pertukaran data antara dua perangkat atau lebih melalui media transmisi misalnya seperti kabel. Untuk bisa terjadinya data komunikasi, perangkat harus saling berkomunikasi atau terhubung menjadi sebuah bagian dari sistem komunikasi, yang terdiri atas kombinasi dari hardware (peralatan fisik atau keras) dan perangkat software (program). Efektivitas sistem komunikasi data tergantung pada empat karakteristik yang mendasar, yaitu pengiriman, akurasi, ketepatan waktu dan juga jitter. Atau bisa juga definisi komunikasi data adalah proses pengiriman dan penerimaan data secara elektronik dari dua atau lebih alat yang terhubung kedalam sebuah network (jaringan) melalui suatu media.

5.2 Komunikasi Serial

Komunikasi Serial merupakan sala satu alternatif yang relatif lebih murah untuk menggantikan komunikasi paralel, karena transfer data paralel menggunakan 8 jalur konduktor/kawat untuk menstransfer 8bit sekaligus.

Dengan menggunakan komunikasi serial, maka hal tersebut dapat dilakukan dengan hanya menggunakan satu kawat konduktor saja, tetapi di-transfer bit demi bit sebanyak 8 kali untuk dapat menyelesaikan transfer satu byte data.

Selain relatif lebih murah, komunikasi serial juga memberikan jangkauan transmisi yang lebih panjang dari komunikasi paralel. Bandingkan dengan komunikasi paralel yang hanya bisa 1 hingga 2 meter saja, dengan komunikasi serial maka jangkauan tersebut bisa dilakukan berlipat-lipat ganda. Misalnya dengan menggunakan standar komunikasi serial EIA RS232 yang lebih dikenal dengan standard RS-232, dapat melakukan transmisi sejauh kurang lebih 50 feet dengan baud rate 9600. Transmisi yang lebih jauh dapat dilakukan pada data rate yang lebih rendah, dan jarak transmisi menjadi lebih pendek pada data rate yang lebih besar dari 9600 baud.

Device yang melakukan konversi paralel ke serial dan konversi serial ke paralel salah satunya disebut *universal asynchronous receiver-transmitter* (UART). Selain itu terdapat pula yang disebut *universal synchronous asynchronous receiver-transmitter* (USART), di mana selain dapat melakukan komunikasi serial secara asinkron juga dapat dennga cara sinkron. Baik cara sinkron maupun asinkron keduanya sama-sama mempunyai keuntungan dan kelemahannya masing-masing.

5.3 Antara muka Serial dan USART

Ada dua jenis cara pengiriman data SERIAL USART, kedua cara tersebut dapat dibedakan berdasarkan sinyal detak(*clock*) yang diapaki untuk membawa data serial tersebut. Jika detak dikirim bersamaan dengan data serial maka cara pengiriman disebut dengan istilah pengiriman data serial secara sinkron (*Asynchhronous*). Bila pengiriman data dilakukan secara tak sinkron (*Asynchronous*) maka detak dikirim bersamaan dengan data serial, sehingga rankaian penerima data harus membangkitkan sendiri detak pendorong data serial. .

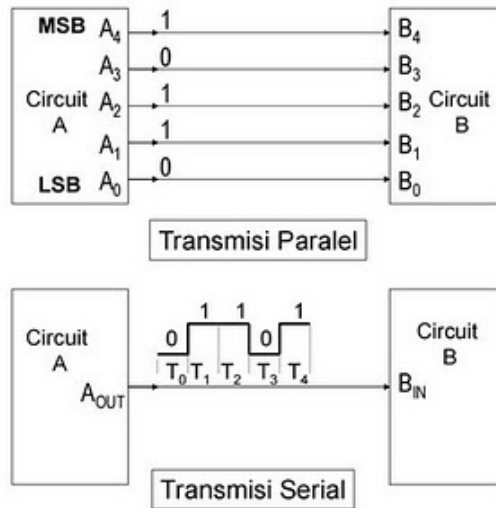
Mikrokontroler AVR maupun Arduino telah mendukung kedua teknik pengiriman data serial tersebut, baik secara sinkron maupun asinkron. Penggabungan kedua teknik tersebut dikenal istilah *Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter (USART)*. Contoh media yang digunakan oleh antarmuka komunikasi Serial USART adalah RS-232, RS-422, dan RS-485.

Karena data dalam prosesor (CPU) diproses dalam bentuk paralel maka transfer data input/output serial harus dimulai dan diakhiri dengan data paralel. Pada dasarnya konversi paralel ke serial mudah dilakukan. Data paralel dimuat ke dalam sebuah register geser (shift register), kemudian register geser diberikan clock. Data kemudian dikeluarkan dari register geser mulai LSB (1 bit untuk setiap siklus clock). Bit pertama dari sebuah transmisi serial adalah data LSB (least significant bit). Bit kedua adalah bit LSB berikutnya, dan seterusnya. Bit data yang terakhir adalah MSB (must significant bit). Konversi paralel ke serial ditunjukkan pada Gambar 5.1

Penerimaan data serial dan konversinya ke data paralel merupakan operasi kebalikannya. Data serial digeser ke dalam sebuah register geser, kemudian setelah semua bit di-clock ke dalam register geser maka data diambil secara paralel untuk ditransfer ke prosesor. Jadi dengan kata lain digunakan dua register geser, yang pertama register jenis PISO (parallel in serial out) dan di sisi yang lain digunakan jenis SIPO (serial in parallel out).

Pentransmisi data 8-bit dengan asinkron sebenarnya memerlukan pengiriman lo-bit. Ada tambahan bit start dan bit stop yang mengapit bit-bit data yang 8-bit tersebut. Bit pertama menyatakan penerimaan UART bahwa data telah tiba. Kemudian bit yang terakhir menyatakan bahwa bit data (word) yang jumlahnya 1 byte (8-bit) telah selesai/lengkap. Pada Gambar 11.2 ditunjukkan sebuah word data 8-bit dengan penambahan 1 bit start dan 1 bit stop. Bit start umumnya bit dengan logika 0 (low level), sedangkan bit stop logika 1 (high level),

Kecepatan transmisi data komunikasi serial disebut baud rute. Baud



Gambar 5.1: Transmisi data paralel dan serial

rate atau signaling rate menyatakan berapa banyak bit yang ditransmisikan per detik. Misalnya, sebuah transmisi 1200 baud mengambil laju (rate) 120 karakter 10-bit (1 bit start, 8 bit data, dan 1 bit stop) per detik. Nilai-nilai baud rate yang lazim adalah 300 baud, 600 baud, 1200 baud, 2400 baud, 4800 baud, 9600 baud, 19200 baud, 38400 baud,

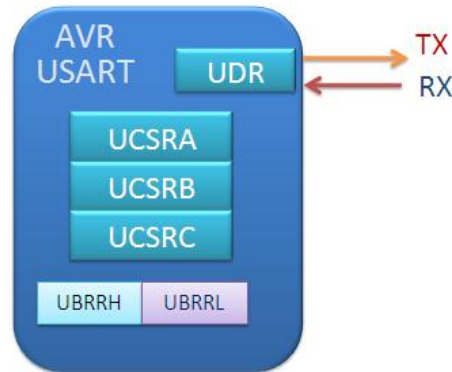
5.4 Register USART

AVR USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) adalah komunikasi serial dua arah yang terdapat di AVR yang melibatkan register register sbb:

UDR	USART I/O Data Register							
UCSRA	RXC	TXC	UDRE	FE	DOR	PE	U2X	MPCM
UCSRB	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCSZ2	RXB8	TXB8
UBRRH	USART Baud Rate Register Low Byte							
UBRRH	URSEL	—	—	—	UBRR[11:8]			
UCSRC	URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCSZ1	UCSZ0	UCPOL

Gambar 5.2: Register Penyusun USART

Dari Gambar Register dapat dibagi menjadi beberapa blok yaitu:



Gambar 5.3: Diagram Penyusun USART

5.4.1 Register UCSRA

- Bit 7 RXC: USART Receive Complete, RXC otomatis akan bernilai 1, jika ada data baru di bufer penerima. RXC otomatis akan bernilai 0, jika data sudah dibaca atau bufer penerima kosong.
- Bit 6 TXC: USART Transmit Complete, TXC otomatis akan bernilai 1, jika data di buffer selesai dikirim.
- Bit 5 UDRE: USART Data Register Empty, UDRE otomatis akan bernilai 1, jika register UDR kosong transmitter siap mengirim data. UDRE=0, UDR berisi data yg belum selesai dikirim .
- Bit 4 FE: Frame Error, FE otomatis akan bernilai 1, jika ada frame eror.
- Bit 3 DOR: Data OverRun, DOR otomatis akan bernilai 1, jika data datang ketika bufer penuh(terjadi antrian).
- Bit 2 PE: Parity Error, PE otomatis akan bernilai 1, jika terjadi parity eror.
- Bit 1 U2X: Double the USART Transmission Speed, kita set U2X=0, kecepatan normal. U2X=1 kecepatan 2xbaudrate.
- Bit 0 MPCM: Multi-processor Communication Mode, kita set MCM=1 byte pertama yg diterima harus 9 bit, jika tidak data byte akan diabaikan. bit ini terjadi hanya untuk penerimaan saja pada komunikasi banyak mikrokontroler.

5.4.2 Register UCSRB

- Bit 7 RXCIE: RX Complete Interrupt Enable, kita set RXCIE=1 , interupsi receive complete aktif.
- Bit 6 TXCIE: TX Complete Interrupt Enable, kita set TXCIE=1, interupsi transmit complete aktif.
- Bit 5 UDRIE: USART Data Register Empty Interrupt Enable, kita set UDRIE=1, interupsi UDRE aktif.
- Bit 4 RXEN: Receiver Enable, kita set RXEN=1, USART receiver aktif. micon bisa mnerima data.
- Bit 3 TXEN: Transmitter Enable, kita set TXEN=1, Usart Transmitter aktif. micon bisa mengirim data.
- Bit 2 UCSZ2: Character Size, kita set UCSZ2:UCSZ1:UCSZ0 = 011 , panjang data 8 BIT. (bit UCSZ1 dan UCSZ0 ada di register UCSRC)
- Bit 1 RXB8: Receive Data Bit 8, RXB8 menjadi bit ke-9 jika panjang data yg diterima 9 bit .
- Bit 0 TXB8: Transmit Data Bit 8, TXB8 menjadi bit ke-9 jika panjang data yg dikirim 9 bit.

5.4.3 Register UCSRC

- Bit 7 URSEL: Register Select . memilih UCSRC atau UBRRH, kita set URSEL=1 , UCSRC aktif ,UBRRH tdk aktif, kita set URSEL=0 , UBRRH aktif , UCRSC tdk aktif.
- Bit 6 UMSEL: USART Mode Select, kita set UMSEL=1 , mode synchronous. UMSEL=0 mode asynchronous
- Bit 5:4 UPM1:UMP0: Parity Mode,
- Bit 3 USBS: Stop Bit Select, kita set USBS=0, stop bit =1 bit , USBS=1 panjang stop bit = 2 bit.
- Bit 2:1 UCSZ1:0: Character Size, kita set UCSZ2:UCSZ1:UCSZ0 = 011 , panjang data 8 BIT. (bit UCSZ2 ada di register UCSRB)

- Bit 0 UCPOL: Clock Polarity bit ini digunakan untuk mode synchronous saja, kita set UCPOL=0 trnasmisi clock naik, UCPOL=1 transmisi clock turun. (khusus yg ini dont care krn kita menggunakan mode asynchronous)

5.5 Fitur pada Serial USART

Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter (USART) merupakan salah satu perangkat komunikasi serial yang mempunyai tingkat fleksibilitas komunikasi yang sangat tinggi. Pada mikrokontroler Atmel AVR, biasanya fitur USART mencakup:

1. Operasi *full duplex*.
2. Dapat beroperasi pada mode *Asynchronous* dan *Synchronous*.
3. Dapat bekerja dengan resolusi *baud rate* yang tinggi.
4. Mendukung *serial frames* dengan data bit 5,6,7,8 atau 9 data bit dan dilengkapi dengan 1 atau 2 stop bit.
5. Dilengkapi dengan fasilitas *parity check* dan dapat bekerja pada *parity Odd* atau *Even*.
6. Dapat beroperasi sebagai *Master* atau *Slave Clock Synchronous*.
7. Dilengkapai dengan fitur data *Over Run Detection*.
8. Terdapat fasilitas *Frame Error Detection*.
9. Dilengkapai dengan filter utntuk menyaring *noise* yaitu digital *low pass filter*.
10. Mempunyai tiga interupsi yang terpisah pata *Tx Complete*, *Data Register Empty* *Rx complete*.
11. Mendukung komunikasi multiprocessor.
12. Bekerja pada mode komunikasi *Doubel Speed Asynchronous*.

5.6 Komponen dengan antarmuka USART

Syarat komponen/alat untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler lewat USART adalah komponen atau alat modul harus memiliki pin rx (receiver) dan pin tx(transmitter), biasanya komponen ini sudah berupa modul.

5.6.1 Bluetooth

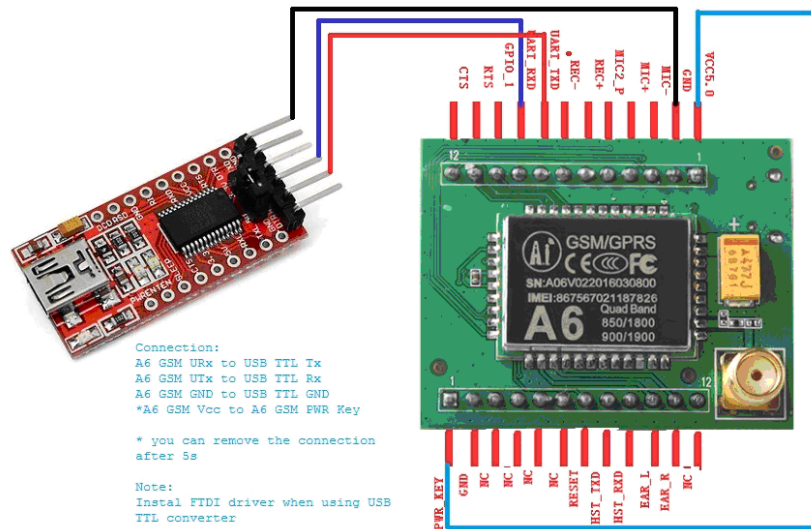
Bluetooth adalah sebuah teknologi komunikasi wireless (tanpa kabel) yang beroperasi pada pita frekuensi 2,4 GHz unlicensed ISM (Industrial, Scientific and Medical) dengan menggunakan sebuah frekuensi hopping transceiver yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara real-time antara host-host bluetooth dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas (sekitar 10 meter). Bluetooth juga merupakan spesifikasi industri untuk jaringan kawasan pribadi (Personal Area Networks atau PAN) tanpa kabel. Bluetooth dapat dipakai untuk melakukan tukar-menukar informasi di antara peralatan-peralatan (gadget).



Gambar 5.4: Bluetooth HC

5.6.2 Modul GSM

Modul GSM adalah perangkat kontrol elektronika yang peruntukannya pada sistem kontrol jarak jauh. Terdapat beberapa tipe *breakoutboard*, tetapi yang paling populer penggunaannya adalah versi mini dengan kartu gsm jenis micro SIM. Salah satu yang paling populer adalah Modul SIM800L. Modul SIM800L adalah salah satu Module GSM/GPRS Serial yang dapat digunakan bersama Arduino maupun mikrokontroler AVR.



Gambar 5.5: Modul GSM

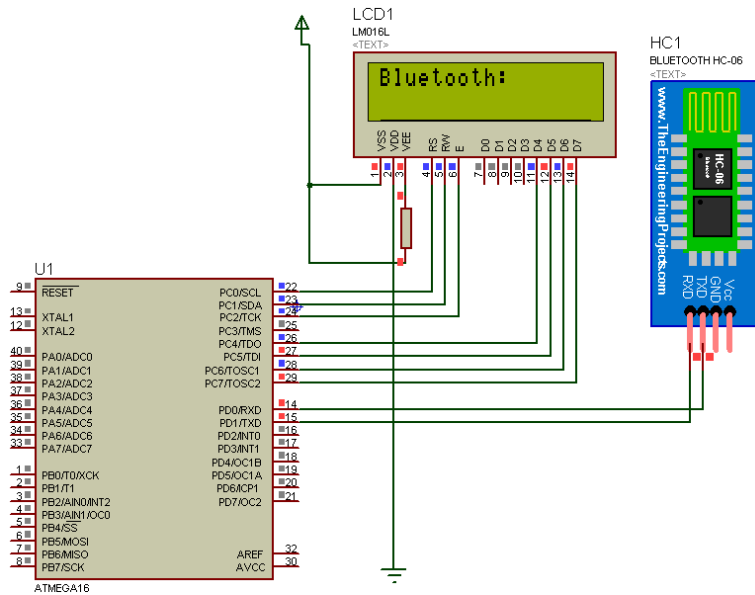
5.7 Antara muka Serial USART pada Mikrokontroler AVR

Serial USART pada mikrokontroler AVR adalah komunikasi yang menggunakan 2 data sebagai pengirim (Tx) dan penerima (Rx) yang harus ada pada kedua perangkat yang akan berkomunikasi.

5.7.1 Rangkaian USART

Interface USART menggunakan 2 jalur data yaitu RX dan TX, berikut adalah contoh rangkaian yang menggunakan komunikasi Serial USART.

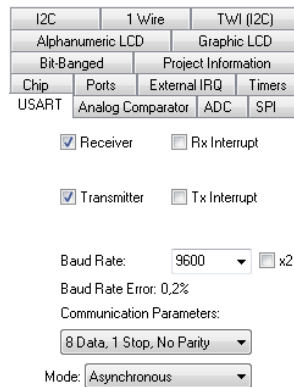
pada gambar 5.6 dapat dilihat bahwa untuk mengkomunikasikan bluetooth dengan mikrokontroler hanya menggunakan 2 jalur data yaitu Rx dan Tx. Harus diperhatikan bahwa untuk dapat bertukar data atau berkomunikasi dalam interface data USART ini, pin Rx pada mikrokontroler harus dipasangkan dengan pin Tx pada Bluetooth, begitupun pin Tx pada mikrokontroler harus dipasangkan dengan pin Rx pada bluetooth



Gambar 5.6: Antara muka Bluetooth dengan Mikrokontroler ATmega16

5.7.2 Pemrograman USART

Berdasarkan dari rangkaian pada gambar 5.6 dapat dilakukan konfigurasi untuk mengaktifkan fungsi USART pada pin Rx dan TX di mikrokontroler pada aplikasi CodevisionAVR.



Gambar 5.7: Mengaktifkan Fungsi UART mikrokontroler

Berikut adalah contoh listing program pengaplikasian interface USART

menggunakan bluetooth, listing program telah disesuaikan dengan rangkaian pada gambar 5.6

```

/*****
Chip type           : ATmega16
Program type        : Application
AVR Core Clock frequency: 16,000000 MHz
Memory model        : Small
External RAM size    : 0
Data Stack size     : 256
*****/

#include <mega16.h>
#include <alcd.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>

int bt;
char lcd[16];

void main(void)
{
    UCSRA=0x00;
    UCSRB=0x18;
    UCSRC=0x86;
    UBRRH=0x00;
    UBRRL=0x67;

    lcd_init(16);
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_puts("Bluetooth:");

    while(1){
        bt=getchar();
        lcd_gotoxy(0,1);
        sprintf(lcd,"%c",bt);
        lcd_puts(lcd);
        delay_ms(5);
    }
}

```

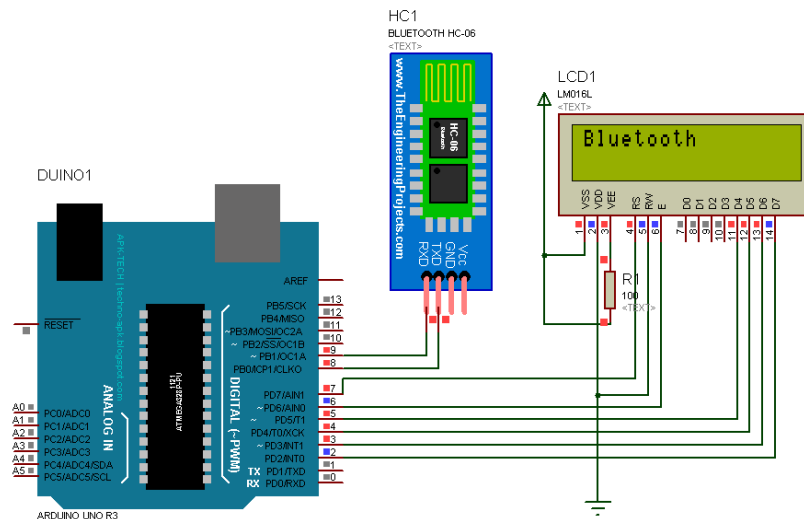
5.8 Antara Serial pada Arduino

Sama seperti mikrokontroler AVR, Interface USART pada mikrokontroler adalah komunikasi yang menggunakan 2 data sebagai pengirim (Tx) dan penerima (Tx) yang harus ada pada kedua perangkat yang akan berkumu-

nikasi.

5.8.1 Rangkaian USART

Interface USART menggunakan 2 jalur data yaitu RX dan TX, berikut adalah contoh rangkaian yang menggunakan komunikasi Serial USART.



Gambar 5.8: Interface Bluetooth pada Arduino

Pada gambar 5.8 dapat dilihat bahwa untuk mengkomunikasikan bluetooth dengan arduino hanya menggunakan 2 jalur data yaitu Rx dan Tx. Harus diperhatikan bahwa untuk dapat bertukar data atau berkomunikasi dalam interface data USART ini, pin Rx pada mikrokontroler harus dipasangkan dengan pin Tx pada Bluetooth, begitupun pin Tx pada mikrokontroler harus dipasangkan dengan pin Rx pada bluetooth. Pengembangan yang diadakan oleh Arduino memungkinkan semua pinnya dipakai sebagai jalur data USART.

5.8.2 Pemrograman USART

pada pemrograman arduino pin USART telah tersedia pada pin digital 0 (Rx) dan pin digital 1 (Tx). Namun seperti diketahui semua pin pada Arduino dapat digunakan sebagai pin USART dengan cara memanggil library "SoftwareSerial.h", library ini memberikan kemungkinan pin selain pin 0 dan 1 dapat digunakan sebagai pin USART. Berikut adalah listing

program untuk mengelolah data serial USART, listing program disesuaikan dengan rangkaian pada gambar 5.8.

Listing Program:

```
lcd_bluetotht $
#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(7, 6, 5, 4, 3, 2);
SoftwareSerial BT(9, 8); //TX,RX
String data;

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);          // menggunakan LCD 16x2
  BT.begin(9600);           // bit rate USART
}

void loop() {
  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Bluetooth");
  while (BT.available()) {
    delay(10);
    char c = BT.read();
    data += c;
  }
  if(data.length() > 0) {
    Serial.println(data);
    // perintah dibawah ini dapat anda sesuaikan dengan perintah anda.
    if (data == "A")
    {lcd.setCursor(0,1);lcd.print("data A"); }
    else if (data == "B")
    {lcd.setCursor(0,1);lcd.print("data B"); }
    data="";
  }
}
```

Pada listing program diatas dapat diperhatikan bahwa pin digital 8 digunakan sebagai pin TX dan pin digital 9 digunakan sebagai RX. Data yang terkirim dan diterima oleh bluetooth akan dikelolah dan ditampilkan ke LCD 16x2.

5.9 Antara Muka Data Analog

Data analog adalah sinyal data dalam bentuk gelombang yang yang kontinyu, yang membawa informasi dengan mengubah karakteristik gelombang. Dua parameter/karakteristik terpenting yang dimiliki oleh isyarat analog adalah amplitudo dan frekuensi. Isyarat analog biasanya dinyatakan dengan gelombang sinus atau setengah lingkaran, mengingat gelombang sinus merupakan dasar untuk semua bentuk isyarat analog. Hal ini didasarkan kenyataan bahwa berdasarkan analisis fourier, suatu sinyal analog dapat diperoleh dari perpaduan sejumlah gelombang sinus.

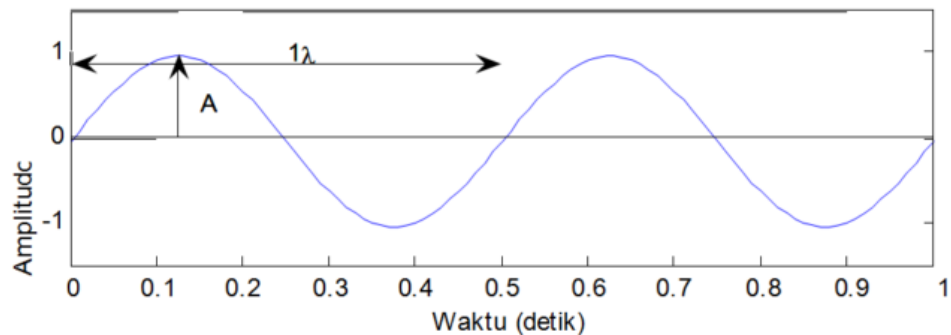
Dengan menggunakan sinyal analog, maka jangkauan transmisi data dapat mencapai jarak yang jauh, tetapi sinyal ini mudah terpengaruh oleh

noise. Gelombang pada sinyal analog yang umumnya berbentuk gelombang sinus memiliki tiga variable dasar, yaitu amplitudo, frekuensi dan phase.

- Amplitudo merupakan ukuran tinggi rendahnya tegangan dari sinyal analog.
- Frekuensi adalah jumlah gelombang sinyal analog dalam satuan detik.
- Phase adalah besar sudut dari sinyal analog pada saat tertentu.

5.9.1 Sinyal Analog

Bentuk sinyal analog yang paling sederhana dapat digambarkan sebagai gelombang sinus. Namun dalam keadaan nyata suatu sinyal analog merupakan gabungan dari beberapa gelombang sinus yang disebut dengan sinyal komposit. Dengan teknik yang ditemukan oleh seorang ilmuwan Perancis bernama Jean-Baptiste Fourier sinyal komposit dapat didekomposisi ke dalam beberapa gelombang sinus untuk kepentingan analisis. Teknik ini disebut dengan analisis Fourier. Gelombang sinus memiliki beberapa properti penting yang akan segera kita bahas, yaitu amplitudo, frekuensi, periode, fasa, dan panjang gelombang.



Gambar 5.9: Sinyal dalam bentuk gelombang sinus

Amplitudo adalah suatu nilai yang merujuk pada ketinggian intensitas sinyal pada setiap waktu. Intensitas sinyal yang tertinggi disebut dengan amplitudo puncak. Intensitas sinyal ini berkaitan dengan jumlah energi yang dibawa oleh gelombang tersebut. Sebagai contoh pada sinyal listrik, amplitudo diukur dengan satuan volt.

5.9.2 Pengertian ADC

ADC (Analog To Digital Converter) adalah perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog (sinyal kontinyu) menjadi sinyal digital. Perangkat ADC (Analog To Digital Conversion) dapat berbentuk suatu modul atau rangkaian elektronika maupun suatu chip IC. ADC (Analog To Digital Converter) berfungsi untuk menjembatani pemrosesan sinyal analog oleh sistem digital.

Alat bantu digital yang paling penting untuk teknologi kontrol proses adalah yang menerjemahkan informasi digital ke bentuk analog dan juga sebaliknya. Sebagian besar pengukuran variabel-variabel dinamik dilakukan oleh piranti ini yang menerjemahkan informasi mengenai variabel ke bentuk sinyal listrik analog. Untuk menghubungkan sinyal ini dengan sebuah komputer atau rangkaian logika digital, sangat perlu untuk terlebih dahulu melakukan konversi analog ke digital (A/D). Hal-hal mengenai konversi ini harus diketahui sehingga ada keunikan, hubungan khusus antara sinyal analog dan digital.

Analog To Digital Converter (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode kode digital. ADC banyak digunakan sebagai Pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/ pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/ berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer). ADC (Analog to Digital Converter) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi.

Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam sample per second (SPS).

Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Sebagai contoh: ADC 8 bit akan memiliki output 8 bit data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 255 ($2^n - 1$) nilai diskrit. ADC 12 bit memiliki 12 bit output data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 4096 nilai diskrit. Dari contoh diatas ADC 12 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit.

5.9.3 Antara muka ADC pada Mikrokontroler AVR

Pembacaan ADC pada mikrokontroler jenis AVR pada umumnya mempunyai resolusi pembacaan 8bit atau 10 bit, artinya nilai pembacaan analog dari sensor akan dirubah menjadi nilai digital 8bit(256 keadaan) atau 10bit(1024 keadaan), berikut adalah rumus mencari nilai ADC

$$\text{ADC} = (\text{Vin} \times \text{digital bit rate}) / \text{Vref}$$

Keterangan:

- ADC: analog to digital konverter
- Vin : Hasil Ukuran tegangan pada sensor
- digital bit rate : resolusi bit bisa menggunakan 8bit atau 10bit.
- Vref: tegangan referensi yang akan digunakan untuk mengelolah ADC biasanya menggunakan tegangan 5v

5.10 Antara Muka Data Digital

Dalam ilmu elektronika, digital tidak menunjuk pada besar dari voltase atau arus pada suatu tempat dalam rangkaian, tetapi suatu keadaan yang berkaitan dengan voltase atau arus tertentu. Hanya terdapat dua keadaan, yaitu keadaan yang diartikan satu dan keadaan yang diartikana nol. Misalnya "ada" diartikan sebagai 1 dan voltase "tidak ada" diartikan sebagai 0. Dalam praktek kata voltase ada atau voltase tidak ada harus dijelaskan lebih rinci. Misalnya voltase ada terdapat kalau voltase pada sambungan tersebut antara 3V dan 5V dan tidak ada voltase berarti voltase pada sambungan tersebut lebih kecil dari 0.4V. Dengan cara ini voltase tidak perlu terlalu tepat, tetapi cukup kalau voltase tersebut memiliki kira-kira suatu nilai tertentu. Dengan ketentuan ini rangkaian-rangkaian digital menjadi kurang peka terhadap derau atau perubahan voltase supply atau gangguan yang lain.

Dengan mengartikan keadaan pada suatu rangkaian listrik sebagai angka 0 atau angka 1, maka suatu rangkaian listrik digital dapat dianalisis menggunakan bilangan dalam system dual. Dengan aljabar Boolean transformasi-transformasi tertentu bias dilakukan dengan bilangan-bilangan tersebut. Hal ini yang dilakukan dalam komputer.

Elektronika, khususnya elektronika digital, akan terus mengalami perkembangan. Perkembangan apapun, meskipun menuju ke arah perbaikan,

selalu disertai kekurangan-kekurangan maupun hal-hal yang tidak menyenangkan. Para insinyur yang telah berpengalaman sekalipun kadang merasa tertekan untuk dapat mengikuti kepesatan perkembangan elektronika. Lebih-lebih bagi para pemula tentu saja menghadapi masalah yang jauh lebih berat.

5.10.1 Sistem Digital dan Hubungannya Dengan Sistem Analog

Perancang dan teknisi elektronik harus mempunyai pengetahuan baik sistem digital maupun analog. Perancang harus memutuskan apakah sistem akan menggunakan teknik analog atau digital atau kombinasi keduanya. Teknisi harus membangun protipe atau mencari kerusakan dan perbaikan pada sistem digital analog, dan kombinasi keduanya.

Sistem elektronika analog telah lebih populer di zaman dulu. Informasi dunia nyata yang berhubungan dengan pengukuran waktu, kecepatan, berat tekanan, intensitas cahaya dan posisi semuanya analog di alam.

Sistem digital diperlukan ketika data harus disimpan, digunakan untuk perhitungan atau diperagakan sebagai angka/huruf. Sesuatu yang lebih kompleks yang mengatur pengukuran banyaknya cairan dalam tangki air adalah sistem digital. Beberapa keuntungan yang diberikan dalam menggunakan rangkaian digital dibandingkan dengan analog adalah sebagai berikut :

- IC yang tidak mahal dapat digunakan dengan sedikit komponen eksternal.
- Informasi dapat disimpan untuk periode pendek atau tak didefinisikan
- Data dapat digunakan untuk perhitungan presisi.
- Sistem dapat didesain lebih muda menggunakan kelompok logika digital compatible/praktis.
- Sistem dapat deprogram dan menunjukkan kemampuan berdasar.

Batasan rangkaian digital adalah sebagai berikut :

- Kebanyakan kejadian dunia nyata adalah analog dalam lingkungannya.
- Pemroses analog biasanya sederhana dan lebih cepat.

Rangkaian digital kelihatannya lebih menonjodan lebih produktif terutama karena IC digital yang diandalkan harganya murah. Alasan lain untuk perkembangan popularitas sistem digital adalah keakuratannya, ditambah stabilitas, kemudahan dipindah, memori, kenikmatan pemakaian, dan kesederhanaan desainnya.

5.10.2 Light Emitting Diode

Light Emitting Diode (LED) adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya. Sesuai dengan namanya, LED adalah salah satu jenis diode. Sebagaimana yang diketahui, diode adalah komponen yang hanya dapat mengalirkan arus listrik satu arah. Arus listrik hanya mengalir kalau tegangan positif dihubungkan ke kaki yang disebut anode dan tegangan negatif dihubungkan ke kaki yang dinamakan katode.

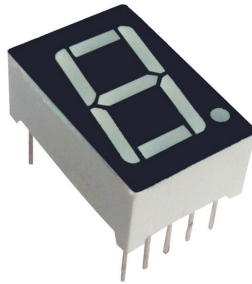


Gambar 5.10: Light Emitting Diode

Pada pengaplikasian LED yang terkontrol lewat IC mikrokontroler, yang diperlukan hanya menghubungkan salah satu PIN dari mikrokontroler ke kaki anode LED, dan kaki Katode ke GND rangkaian.

5.10.3 Seven Segment

Prinsip kerja seven segment sama dengan led, seven segment terdiri dari 7 led yang disusun membentuk angka delapan dan tambahan 1 led untuk titik.



Gambar 5.11: Seven Segment

5.11 Antara Muka LCD

LCD adalah suatu display dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matriks. LCD banyak digunakan sebagai display dari alat-alat elektronika seperti kalkulator, multimeter digital, jam digital dan sebagainya. Secara Garis Besar, terdapat dua jenis LCD yaitu LCD teks dan LCD grafik. LCD teks digunakan untuk menampilkan teks atau simbol-simbol tertentu. Adapun LCD grafik memungkinkan untuk menampilkan gambar.



Gambar 5.12: LCD 2x16 Karakter

Kemampuan LCD tidak hanya menampilkan angka, tetapi juga huruf, kata, dan semua sarana simbol dengan lebih bagus dan serbaguna daripada penampilan-penampilan yang menggunakan seven segment LED. Modul LCD mempunyai basic interfaces cukup baik yang sesuai dengan sistem mikrokontroler AVR maupun Arduino. Bentuk dan ukuran modul-modul berbasis karakter banyak ragamnya. Salah satu variasi bentuk dan ukuran yang tersedia dan dipergunakan pada peralatan ini adalah 16x2 karakter (panjang 16, baris 2, karakter 32) dan 16 pin.

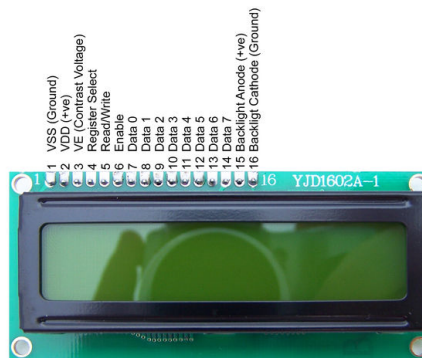
Akses pin yang tersedia mempunyai 8 jalur hubungan data, 3 jalur hubungan kontrol, dan 3 jalur catu daya. Sementara pada modul LCD dengan

fasilitas back lightung terdapat 2 jalur catu untuk back lighting. Dengan demikian, semua dapat ditampilkan dalam kondisi cahaya kecil.

Ketika power dinyalakan, display menampilkan sederet persegi gelap dan mungkin hanya pada sebagian display. Sel-sel karakter ini sebenarnya merupakan bagian yang mati. Modul display me-reset sendiri pada bagian awal ketika power dinyalakan, yaitu layar menjadi kosong sehingga karakter-karakter tidak dapat terlihat. Dengan demikian, Perlu memberikan perintah pada poin ini untuk menyalakan LCD.

5.11.1 Fungsi Pin-Pin Modul LCD

Modul LCD berukuran 16 karakter x 2 baris dengan fasilitas back lighting memiliki 16 pin yang terdiri atas 8 jalur data, 3 jalur kontrol, dan jalur catu daya.



Gambar 5.13: Data Seet LCD 2x16 Karakter

Pin 1 dan 2 Merupakan sambungan catu daya, Vss, dan Vdd. Pin Vdd dihubungkan dengan tegangan positif catu daya, sedangkan Vss pada 0 volt atau ground. Meskipun demikian, data menentukan catu 5 Vdc (hanya beberapa mA), menyediakan 6V dan 4,5V yang keduanya bekerja dengan baik, bahkan 3V cukup untuk beberapa modul.

Pin 3 Merupakan pin kontrol Vcc yang digunakan untuk mengatur kontras display. Idealnya pin ini dihubungkan dengan tegangan yang bisa diubah untuk memungkinkan pengaturan tingkatan kontras display sesuai kebutuhan.

Pin 4 Merupakan register select (RS), masukan yang pertama dari 3 command control input. Dengan membuat RS menjadi high, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju modulnya.

Pin 5 Merupakan Read/Write (R/W). Cara memfungsikan perintah Write adalah R/W low atau menulis karakter ke modul. R/W high untuk membaca data karakter atau informasi status registernya.

Pin 6 Merupakan Enable (E). Input ini digunakan untuk transfer aktual perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data. Ketika menulis ke display, data ditransfer hanya pada perpindahan high/low. Namun, ketika membaca dari display, data akan menjadi lebih cepat tersediasetelah perpindahan dari low ke high dan tetap tersedia hingga sinyal low kembali.

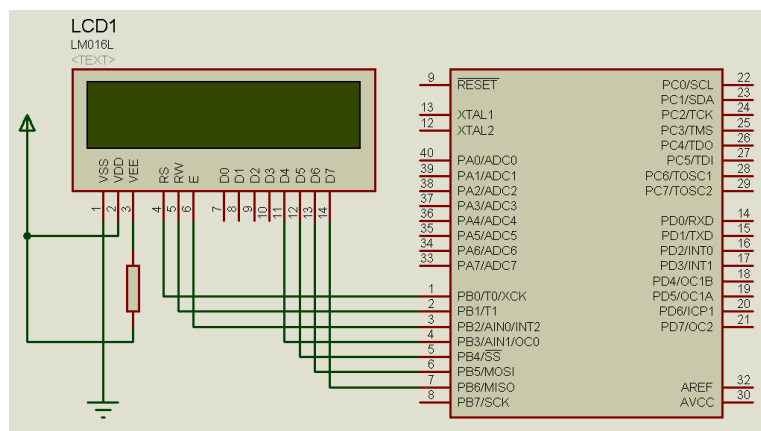
Pin 7 sampai 14 Pin 7 sampai 14 adalah jalur 8 jalur data (D0-D7) di mana data dapat ditransfer ke dan dari display.

Pin 15 dan 16 Pin 15 atau A (+) mempunyai level DC +5V dan berfungsi sebagai LED backlight +, sedangkan pin 16 atau K (-) memiliki level 0V dan berfungsi sebagai LED backlight.

5.11.2 Interface LCD di Mikrokontroler AVR

Penggunaan LCD dengan kontrol dari Mikrokontroler AVR menggunakan data output digital, yang dikirim sesuai dengan instruksi program. Pin data yang digunakan untuk berkomunikasi hanya menggunakan 4 pin data saja, yaitu D4-D7.

5.11.3 Rangkaian Hardware



Gambar 5.14: Rangkaian Sederhana LCD

Sebagai contoh Gambar 5.14 merupakan rangkaian sederhana yang menghubungkan ATmega16 dengan LCD karakter 16x2. Rangkaian tersebut hanya menggunakan D4-D7 (mode 4 bit) yang dihubungkan dengan PORTB (port yang lain juga dapat digunakan).

Rangkuman

1. Komunikasi data adalah pertukaran data antara dua perangkat atau lebih melalui media transmisi misalnya seperti kabel. Untuk bisa terjadinya data komunikasi, perangkat harus saling berkomunikasi atau terhubung menjadi sebuah bagian dari sistem komunikasi, yang terdiri atas kombinasi dari hardware (peralatan fisik atau keras) dan perangkat software (program)
2. Komunikasi Serial merupakan salah satu alternatif yang relatif lebih murah untuk menggantikan komunikasi paralel, karena transfer data paralel menggunakan 8 jalur konduktif/kawat untuk mentransfer 8 bit sekaligus.
3. Ada dua jenis cara pengiriman data SERIAL USART, kedua cara tersebut dapat dibedakan berdasarkan sinyal detak (*clock*) yang dipakai untuk membawa data serial tersebut.
4. Serial USART pada mikrokontroler AVR adalah komunikasi yang menggunakan 2 data sebagai pengirim (Tx) dan penerima (Rx) yang harus ada pada kedua perangkat yang akan berkomunikasi.
5. Data analog adalah sinyal data dalam bentuk gelombang yang kontinyu, yang membawa informasi dengan mengubah karakteristik gelombang. Dua parameter/karakteristik terpenting yang dimiliki oleh isyarat analog adalah amplitudo dan frekuensi. Isyarat analog biasanya dinyatakan dengan gelombang sinus atau setengah lingkaran, mengingat gelombang sinus merupakan dasar untuk semua bentuk isyarat analog.
6. Dalam ilmu elektronika, digital tidak menunjuk pada besar dari voltase atau arus pada suatu tempat dalam rangkaian, tetapi suatu keadaan yang berkaitan dengan voltase atau arus tertentu. Hanya terdapat dua keadaan, yaitu keadaan yang diartikan satu dan keadaan yang diartikan nol. Misalnya "ada" diartikan sebagai 1 dan voltase "tidak ada" diartikan sebagai 0.

Tugas

Sebutkan dan jelaskan aplikasi komunikasi data yang diterapkan dalam kehidupan sehari-hari?

SOAL

1. Jelaskan Pengertian Komunikasi Data?
2. Deskripsikan karakteristi dasar Komunikasi data?
3. jelaskan setiap perbedaan data interface analog dan digital?

Bab 6

Robotics

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu menjelaskan sejarah robotika.
2. Peserta didik mampu menjelaskan Karakteristik robotika.
3. Peserta didik mampu menjelaskan kinematika robotika.
4. Peserta didik mampu menyebutkan Komponen dasar robotika.
5. Peserta didik mampu memahami prinsip kerja sensor robotika.
6. Peserta didik mampu memahami prinsip kerja aktuator.

6.1 Sejarah Robotika

Teknologi saat ini sangat berkembang pesat seiring meningkatnya kemampuan robot cerdas. kata robot sudah tidak asing lagi di telinga kita. kata robot berasal dari Czech, Robota yang berarti bekerja. istilah itu di perkenalkan oleh Karel Capek saat mementaskan RURTesla (Ronnsun's Universal Robots) pada tahun 1921. Meskipun begitu awal kemunculan robot sebelumnya dapat di runut dari bangsa yunani kuno yang membuat patung yang dapat di pindah pindahkan. sekitar 270 BC.



Gambar 6.1: Jam Gajah Otomatis Karya AL-Jazari

pada zaman Nabi Muhammad SAW, telah di buat mesin yang dapat melontarkan bom. Bahkan Al-Jazari (1136-1206) seorang ilmuwan islam pada dinasti Artuqid yang di anggap pertama kali menciptakan Robot Humanoid yang brfungsi sebagai 4 musisi. Pada tahun 1770, Pierre Jacquet Droz, seorang pembuat jam berkebangsaan Swiss membuat 3 buah bonekamekanis, uniknya boneka tersebut dapat melakukan fungsi spesipik, yaitu menulis. boneka yang lain dapat memainkan musik dan mengambar pada tahun 1898, Nicola Teslah membuat sebuah boat yang dikontrol menggunakan remote kontrol.

robot ini didemokan di Madison Square Garden. Namun usaha membaut

autonomous robot tersebut gagal karena masalah dana. Sejalan dengan perkembangan teknologi elektronika. Maka perkembangan robot ini melaju pesat seperti pada tahun 1948 ketika William Grey Walter membuat robot elektronik otomatis pertama di mana robot ini dapat merespon cahaya dan dapat melakukan objek dari luar.

pada tahun 1954 di mulainya zaman digital, sebuah Robot digital dapat di Program George Devol. Pada abad moderen ini, sudah ada bermacam-macam yang di ciptakan dan digunakan seperti dalam industri, rumah sakit, transportasi, pendidikan dan kehidupan sehari-hari seperti robot yang mengecat mobil dan merakit komponen elektronik, selain itu Robot didukun 4 komponen utama yaitu Power, sensor, Mikrokontroler dan Aktuator.

Robot yang kompleks dengan perpaduan Embedded Sistem membutuhkan kemampuan prosesor yang memadai. Kemampuan prosesor antara lain kecepatan, memori, dan fasilitas I/O. Unit pengontrol standar yang umum beredar AVR, Basic Stamp, Propeller, dan Arm Cortex dengan kemampuan yang luar biasa, semua input yang di terima oleh sensor akan di olah mikrokontroler. Melalui program yang dibuat, mikroprosesor/mikrokontroler akan melalui aksi ke aktuator seperti lengan robot atau lengan dan kaki robot.

6.2 Karakteristik Robot

Robot merupakan sebuah rancangan yang dapat membantu pekerjaan manusia yang dapat bekerja secara terus menerus tanpa mengenal lelah atau bosan, dengan beberapa aplikasi pendukung seperti sensor, computer kontrol, dan aktuator. yang memiliki karakteristi secara umum seperti :

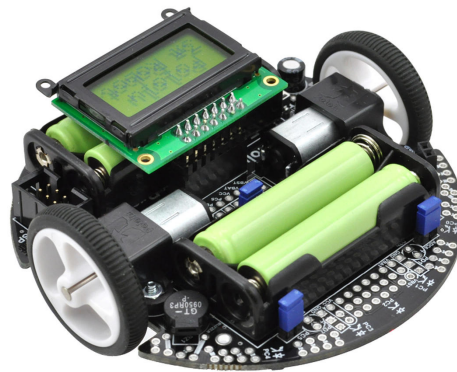
- sensing, robot harus dapat mendeteksi lingkungan disekitarnya halangan, panas, suara dan gambar.
- Mampu bergerak, robot pada umumnya bergerak menggunakan kaki atau roda. selain itu robot juga dapat terbang atau berenang.
- Cerdas, Robot memiliki kecerdasan buatan supaya dapat memutuskan aksi yang tepat dan akurat.
- Power, Robot membutuhkan daya yang memadai agar unit pengontrol dan aktuator dapat menjalankan fungsinya.

6.3 Klasifikasi Robot

klasifikasi robot dapat dibedakan menjadi beberapa bagian, karena robot mempunyai ciri khas masing-masing, selain itu robot juga dapat dibedakan sesuai dengan area kerja, misal beberapa area kerja robot seperti ada yang bekerja di darat, di udara dan di bawah air. robot tersebut dibuat sesuai kebutuhan pada manusia, yaitu tugas utamanya adalah membantu pekerjaan manusia. Robot dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

6.3.1 Robot Mobile

Robot Mobil atau Mobile Robot adalah konstruksi robot yang ciri khasnya adalah mempunyai aktuator berupa roda untuk menggerakkan keseluruhan badan robot tersebut, sehingga robot tersebut dapat melakukan perpindahan posisi dari satu titik ke titik yang lain. Robot mobil ini sangat disukai bagi orang yang mulai mempelajari robot. Hal ini karena membuat robot mobil tidak memerlukan kerja fisik yang berat. Untuk dapat membuat sebuah robot mobile minimal diperlukan pengetahuan tentang mikrokontroler dan sensor-sensor elektronik.



Gambar 6.2: Robot Mobile

Base robot mobil dapat dengan mudah dibuat dengan menggunakan plywood /triplek, akrilik sampai menggunakan logam (aluminium). Robot mobil dapat dibuat sebagai pengikut garis (Line Follower) atau pengikut dinding (Wall Follower) ataupun pengikut cahaya. pengembangan yang dilakukan oleh beberapa anak bangsa bahkan anak SMA pun telah mencoba untuk mengembangkan robot mobile ini untuk beberapa fungsi, diantaranya ada robot line follower, maze solving dan beberapa bentuk lain yang

lebih unik seperti yang sekarang sedang dikembangkan oleh Ektrakurikuler Robotik(Robota Robotics School), dan beberapa perlombaan pun diadakan untuk menguji sejauh mana anak-anak mampu untuk mendalami ilmu robotika.

6.3.2 Robot Jaringan

Robot jaringan adalah pendekatan baru untuk melakukan kontrol robot menggunakan jaringan internet dengan protokol TCP/IP. Perkembangan robot jaringan dipicu oleh kemajuan jaringan dan internet yang pesat. Dengan koneksi jaringan, proses kontrol dan monitoring, termasuk akuisisi data bila ada, seluruhnya dilakukan melalui jaringan. Keuntungan lain, koneksi ini bisa dilakukan secara nirkabel. pengendalian dari robot jaringan ini bisa langsung dengan internet yang saling berhubungan antara robot dan perangkat keras yang terhubung dengan media internet.



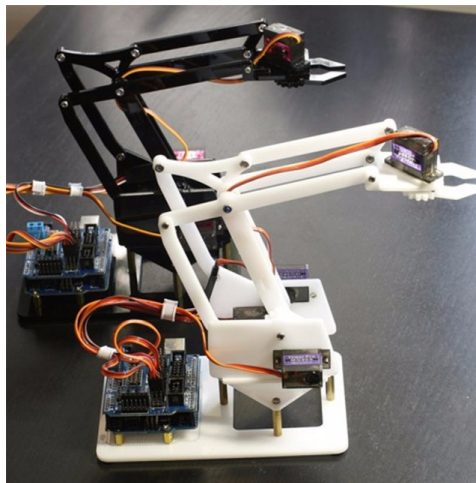
Gambar 6.3: Robot Jaringan

Di Indonesia, pengembang robot jaringan belum banyak, meski pengembang dan komunitas robot secara umum sudah banyak. Hal ini disebabkan tuntutan teknis yang jauh lebih kompleks. Salah satu robot jaringan yang sudah berhasil dikembangkan adalah LIPI Wireless Robot (LWR) yang dikembangkan oleh Grup Fisika Teoritik dan Komputasi - GFTK LIPI. Seperti ditunjukkan di LWR, seluruh proses kontrol dan monitoring bisa dilakukan melalui perambah internet. Lebih jauh, seluruh sistem dan protokol yang dikembangkan untuk LWR ini telah dibuka sebagai open-source dengan lisensi

GNU Public License (GPL) di SourceForge dengan nama openNR.

6.3.3 Robot Manipulator

Robot Manipulator (Tangan) Di Indonesia, pengembang robot jaringan belum banyak, meski pengembang dan komunitas robot secara umum sudah banyak. Hal ini disebabkan tuntutan teknis yang jauh lebih kompleks. Salah satu robot jaringan yang sudah berhasil dikembangkan adalah LIPI Wireless Robot (LWR) yang dikembangkan oleh Grup Fisika Teoritik dan Komputasi - GFTK LIPI. Seperti ditunjukkan di LWR, seluruh proses kontrol dan monitoring bisa dilakukan melalui perambah internet. Lebih jauh, seluruh sistem dan protokol yang dikembangkan untuk LWR ini telah dibuka sebagai open-source dengan lisensi GNU Public License (GPL) di SourceForge dengan nama openNR.



Gambar 6.4: Robot Manipulator menggunakan Sevo mg90

Robot ini hanya memiliki satu tangan seperti tangan manusia yang fungsinya untuk memegang atau memindahkan barang, contoh robot ini adalah robot las di Industri mobil, robot merakit elektronik dll.

6.3.4 Robot Humanoid

Robot humanoid adalah robot yang penampilan keseluruhannya dibentuk berdasarkan tubuh manusia, mampu melakukan interaksi dengan peralatan maupun lingkungan yang dibuat untuk manusia. Secara umum robot

humanoid memiliki tubuh dengan kepala, dua buah lengan dan dua kaki, meskipun ada pula beberapa bentuk robot humanoid yang hanya berupa sebagian dari tubuh manusia, misalnya dari pinggang ke atas. Beberapa robot humanoid juga memiliki 'wajah', lengkap dengan 'mata' dan 'mulut'. Android merupakan robot humanoid yang dibangun untuk secara estetika menyerupai manusia.

Robot humanoid digunakan sebagai alat riset pada beberapa area ilmu pengetahuan. Periset perlu mengetahui struktur dan perilaku tubuh manusia (biomekanik) agar dapat membangun dan mempelajari robot humanoid. Di sisi lain, upaya mensimulasikan tubuh manusia mengarahkan pada pemahaman yang lebih baik mengenai hal tersebut. Kognisi manusia adalah bidang studi yang berfokus kepada bagaimana manusia belajar melalui informasi sensori dalam rangka memperoleh keterampilan persepsi dan motorik. Pengetahuan ini digunakan untuk mengembangkan model komputasi dari perilaku manusia dan hal ini telah berkembang terus sepanjang waktu.



Gambar 6.5: Robot Humanoid

Sensor merupakan alat yang dapat mengukur beberapa atribut dan merupakan salah satu dari tiga primitif dari robotika (disamping perencanaan dan pengendalian). Penginderaan memainkan peranan penting dalam paradigma robotika. Sensor dapat digolongkan berdasarkan proses fisik dengan apa yang mereka kerjakan atau berdasarkan kepada jenis informasi pengukuran yang mereka berikan sebagai keluaran. Dalam kasus ini, pendekatan kedua yang dipergunakan. Aktuator merupakan motor yang bertanggungjawab untuk gerakan pada robot. Robot humanoid dibangun sedemikian rupa agar mereka mirip dengan tubuh manusia, maka mereka juga mempergunakan aktuator yang berlaku seperti otot dan sendi, meskipun dengan struktur yang berbeda. Agar dapat mencapai efek yang sama dengan gerakan manu-

sia, robot humanoid terutama menggunakan aktuator rotari. Mereka dapat berupa elektrik, pneumatik, hidrolik, piezoelektrik, atau ultrasonik.

6.3.5 Robot flaying

Flying robot alias robot terbang merupakan jenis robot yang dapat bergerak di udara seperti burung dan capung. Robot jenis ini biasanya dapat dikendalikan menggunakan remote secara wireless alias tanpa kabel, atau biasa juga berjalan secara otomatis sesuai program yang telah diinputkan.

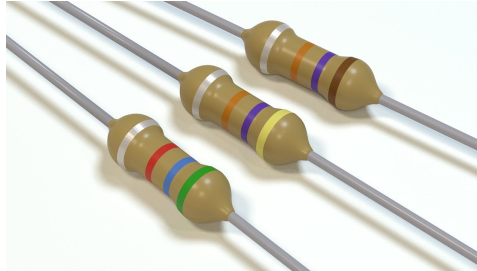


Gambar 6.6: Robot Terbang

6.4 Komponen Dasar Robot

6.4.1 Resistor

Resistor adalah salah satu komponen dasar elektronika. Hampir bisa dipastikan semua rangkaian elektro pasti memiliki resistor sebagai salah satu elemennya. Resistor, sesuai namanya berarti penghambat, berfungsi untuk menghambat arus listrik yang masuk pada sebuah rangkaian. Arus listrik yang mengalir dapat diatur sesuai dengan hukum ohm. $V \text{ (volt)} = I \text{ (ampere)} R \text{ (ohm)}$ dari rumus tersebut, dalam rangkaian konstan, semakin besar nilai hambatan, maka semakin kecil arus yang mengalir, dan sebaliknya.



Gambar 6.7: Resistor Empat Gelang Warna

Fungsi-fungsi resistor adalah:

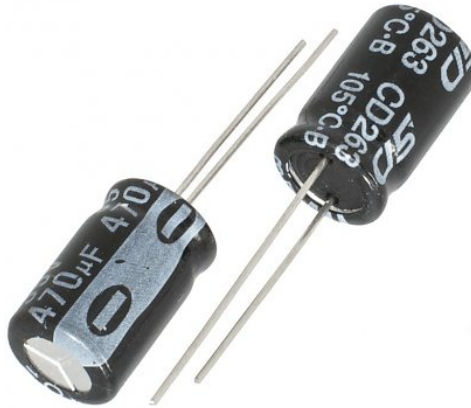
- Menghambat arus listrik.
- Membagi tegangan.
- Pengatur volume (potensiometer).
- Pengatur kecepatan motor dan sebagainya tergantung desain komponen.

6.4.2 Elko

Kapasitor (Capacitor) atau disebut juga dengan Kondensator (Condensator) adalah Komponen Elektronika Pasif yang dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara dengan satuan kapasitansinya adalah Farad. Satuan Kapasitor tersebut diambil dari nama penemunya yaitu Michael Faraday (1791–1867) yang berasal dari Inggris. Namun Farad adalah satuan yang sangat besar, oleh karena itu pada umumnya Kapasitor yang digunakan dalam peralatan Elektronika adalah satuan Farad yang dikecilkan menjadi pikoFarad, NanoFarad dan MicroFarad. Kapasitor atau kondensator yang dalam rangkaian rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf C adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik didalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik.

Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal adalah udara vakum, keramik, gelas, dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan berkumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama,

muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak akan tertuju pada ujung kutub negatif dan sebaliknya karena terpisah oleh bahan dielektrik yang nonkonduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.



Gambar 6.8: Kapasitor Elko

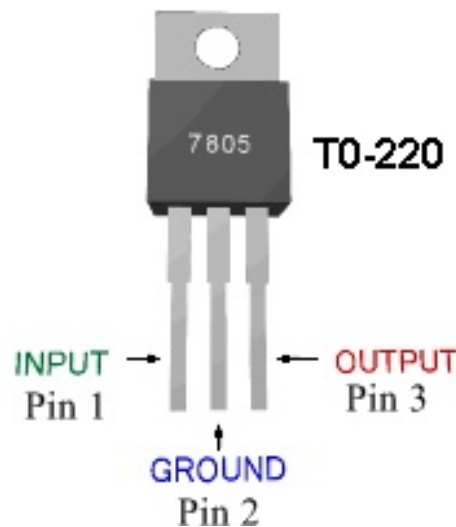


Gambar 6.9: Kapasitor Kramik

Selain itu dikenal juga Kapasitor Keramik adalah Kapasitor yang Isolatornya terbuat dari Keramik dan berbentuk bulat tipis ataupun persegi empat. Kapasitor Keramik tidak memiliki arah atau polaritas, jadi dapat dipasang bolak-balik dalam rangkaian Elektronika. Pada umumnya, Nilai Kapasitor Keramik berkisar antara 1pf sampai 0.01F. Kapasitor yang berbentuk Chip (Chip Capasitor) umumnya terbuat dari bahan Keramik yang dikemas sangat kecil untuk memenuhi kebutuhan peralatan Elektronik yang dirancang makin kecil dan dapat dipasang oleh Mesin Produksi SMT (Surface Mount Technology) yang berkecepatan tinggi.

6.4.3 Ic Regulator

Regulator ini menghasilkan tegangan output stabil 5 Volt dengan syarat tegangan input yang diberikan minimal 7-8 Volt (lebih besar dari tegangan output) sedangkan batas maksimal tegangan input yang diperbolehkan dapat dilihat pada datasheet IC 78XX karena jika tidak maka tegangan output yang dihasilkan tidak akan stabil atau kurang dari 5 Volt.



Gambar 6.10: Ic Regulator LM7805

Keunggulan Jika dibandingkan dengan regulator tegangan lain, seri 78XX ini mempunyai keunggulan di antaranya:

- Untuk regulasi tegangan DC, tidak memerlukan komponen elektronik tambahan.

- Aplikasi mudah dan hemat ruang
- Memiliki proteksi terhadap overload (beban lebih), overheat (panas lebih), dan hubungsingkat
- Dalam keadaan tertentu, kemampuan pembatasan arus peranti 78XX tidak hanya melindunginya sendiri, tetapi juga melindungi rangkaian yang ditopangnya. (Wikipedia)

Kekurangan

- Tegangan input harus lebih tinggi 2-3 Volt dari tegangan output sehingga IC 7805 kurang tepat jika digunakan untuk menstabilkan tegangan battery 6 Volt menjadi 5 Volt.
- Seperti halnya regulator linier lain, arus input sama dengan arus output. Karena tegangan input harus lebih tinggi dari tegangan output maka akan terjadi terjadi panas pada IC regulator 7805 sehingga diperlukan heatsink (pendingin) yang cukup.

6.4.4 Dioda

Dalam elektronika, dioda adalah komponen aktif bersaluran dua (dioda termionik mungkin memiliki saluran ketiga sebagai pemanas). Dioda mempunyai dua elektroda aktif, di mana isyarat listrik dapat mengalir. Dioda ini banyak digunakan karena karakteristik satu arah yang dimilikinya. Sifat kesearahan yang dimiliki sebagian besar jenis dioda seringkali disebut karakteristik menyearahkan. Fungsi paling umum dari dioda adalah untuk memperbolehkan arus listrik mengalir dalam satu arah dan untuk menahan arus dari arah sebaliknya.

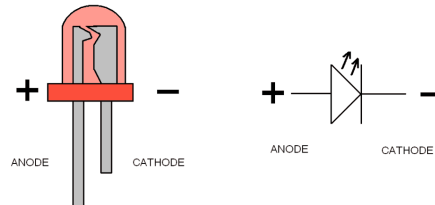


Gambar 6.11: Dioda

Secara umum prinsip kerja dioda adalah memaksimalkan arus bolak-balik listrik. Dengan arus bolak-balik yang dilewatkan ke dioda maka kinerja peralatan listrik tersebut akan menjadi maksimal. Hal ini pun sesuai dengan fungsi dipasangnya dioda pada rangkaian elektronika. Intinya, dengan dipasangnya dioda, maka arus yang semula AC akan diubah menjadi arus DC. Agar dioda bekerja secara maksimal, Anda pun harus memastikan bahwa dioda dipasang dengan benar dan tidak terbalik. Setelah memastikan bahwa dioda terpasang dengan baik dan benar, kemudian aliri listrik. Dalam hal ini, listrik memiliki muatan yaitu muatan negatif dan positif.

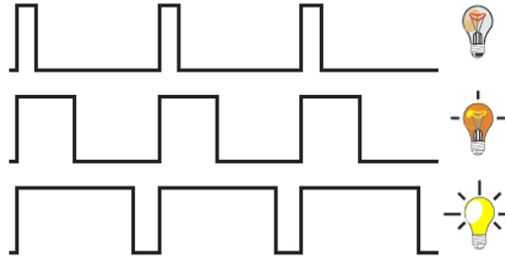
6.4.5 LED

Pada pengaplikasian LED yang terkontrol lewat IC mikrokontroler, yang diperlukan hanya menghubungkan salah satu PIN dari mikrokontroler ke kaki anode LED, dan kaki Katode ke GND rangkaian. Terkhusus jika menggunakan sinyal PWM, maka kaki anode LED harus disambungkan ke pin PWM.



Gambar 6.12: Led Emitting Diode

Selain dapat dikontrol dengan data Digital, komponen ini juga mampu dikontrol dengan output PWM. Perbedaannya adalah, jika menggunakan output digital maka LED hanya akan memiliki 2 kondisi yaitu menyala dan tidak menyala, sedangkan jika menggunakan output PWM maka LED dapat memiliki lebih dari 2 kondisi yaitu mati, menyala terang, menyala terang sekali, menyala redup, menyala redup sekali, dan seterusnya.



Gambar 6.13: Contoh Kondisi LED dengan output PWM

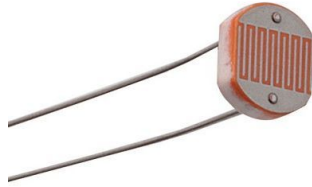
6.5 Sensor

Sensor adalah komponen yang dapat merespon kondisi lingkungan yang diberikan. Sensor ini dapat berupa sensor cahaya, suara, suhu, tekanan. Dalam teknologi robotika banyak sekali sensor yang digunakan. Pemakaian sensor dalam sebuah robot tergantung pada fungsi robot itu sendiri. Dari sudut pandang robot, sensor dapat diklarifikasikan dalam dua kategori, yaitu sensor lokal (on-board) yang dipasang ditubuh robot dan sensor global yang dipasang diluar robot, tetapi masih dalam lingkungannya. Data dari sensor global ini dikirim balik kepada robot melalui komunikasi nirkabel.

sensor kadang juga disebut dengan Transduser, yaitu perubahan satu energi menjadi bentuk energi yang lain. Misal energi cahaya menjadi energi listrik, sehingga dapat dikombinasikan dalam mikrokontroler, kemudian dapat di aplikasikan pada robot, selain itu sensor juga disebut indra pada robot, sehingga robot dapat beradaptasi pada lingkungan sekitarnya.

6.5.1 Sensor Cahaya

Sensor cahaya adalah komponen elektronika yang merubah besaran fisik dalam hal ini cahaya menjadi besaran elektrik. Contoh sensor cahaya yang biasa digunakan adalah Photodiode / LDR (Light Dependent Resistor). Sensor ini bisa menggunakan output digital dengan syarat harus melalui komparator terlebih dahulu sehingga keluarannya hanya ada dua keadaan yaitu terang atau gelap.



Gambar 6.14: Light Defendent Resistor



Gambar 6.15: photodiode

Penggunaan data analog untuk mengelolah data dari sensor cahaya dapat memungkinkan pengguna dapat mendapatkan informasi lebih mendetail seperti, gelap sekali, gelap, terang, terang sekali, redup, senja, dan seterusnya. Photodiode dirangkai dengan cara menyambungkan kaki katode ke pin data mikrokontroler dan menambahkan resistor full up ke vcc 5v, dan kaki anode disambungkan ke groud. Rangkaian LDR dirangkai sama dengan photodiode, dikarenakan LDR tidak berpolaritas maka pemasangannya bisa dibolak balik. Dalam rangkaian umum penggunaan sensor harus menambahkan resistor sebagai full up untuk membantu dalam pengambilan data. Rangkaian yang menggunakan Full up dapat memperbesar rentang nilai pembacaan sensor, sehingga data mudah dibaca.

6.5.2 Pir

PIR atau Passive Infrared adalah sebuah sensor yang biasa digunakan untuk mendeteksi keberadaan manusia. Aplikasi ini biasa digunakan sebagai sistem alarm pada rumah-rumah atau perkantoran. Proses kerja sensor ini dilakukan dengan cara mendeteksi adanya radiasi panas tubuh manusia, yang diubah menjadi perubahan tegangan.



Gambar 6.16: sensor Pir

Namun perubahan tegangan pada PIR sangatlah kecil, yaitu berkisar pada ordo 10 hingga 20 milivolt, atau bahkan lebih kecil lagi. Perubahan tersebut sangat tergantung dari beberapa faktor, yaitu panas tubuh dari manusia yang dideteksi, jarak dengan sensor, maupun suhu lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan rangkaian penguat noninverting amplifier terlebih dahulu.

6.5.3 Ultrasonic

Gelombang ultrasonik adalah gelombang dengan besar frekuensi diatas frekuensi gelombang suara yaitu lebih dari 20 KHz. Seperti telah disebutkan bahwa sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut transmitter dan rangkaian penerima ultrasonik yang disebut receiver. Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan akan dipancarkan dari transmitter ultrasonik. Ketika sinyal mengenai benda penghalang, maka sinyal ini dipantulkan, dan diterima oleh receiver ultrasonik. Sinyal yang diterima oleh rangkaian receiver dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap benda di depannya (bidang pantul).



Gambar 6.17: Ultrasonic SRF04

Prinsip kerja dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

- Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz, biasanya yang digunakan untuk mengukur jarak benda adalah 40kHz. Sinyal tersebut di bangkitkan oleh rangkaian pemancar ultrasonik.
- Sinyal yang dipancarkan tersebut kemudian akan merambat sebagai sinyal / gelombang bunyi dengan kecepatan bunyi yang berkisar 340 m/s. Sinyal tersebut kemudian akan dipantulkan dan akan diterima kembali oleh bagian penerima Ultrasonik.
- Setelah sinyal tersebut sampai di penerima ultrasonik, kemudian sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jaraknya. Jarak dihitung berdasarkan rumus :

$$S = 340.t/2$$

dimana S adalah jarak antara sensor ultrasonik dengan bidang pantul, dan t adalah selisih waktu antara pemancaran gelombang ultrasonik sampai diterima kembali oleh bagian penerima ultrasonik.

6.5.4 UVTRON

Hamamatsu UVTRON R2868 adalah sebuah sensor yang mendeteksi adanya nyala api yang memancarkan sinar ultraviolet. Pancaran cahaya ultraviolet dari sebuah nyala lilin berjarak 5 meter dapat mendeteksi beberapa fenomena yang tak tampak seperti transmisi tegangan tinggi.



Gambar 6.18: UVTRON R2868

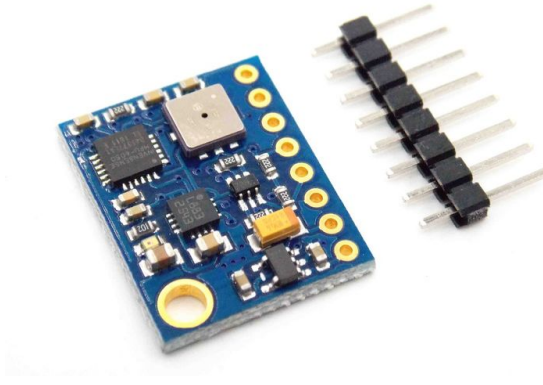
Pada modul ini, power supply 5 volt diubah menjadi 350 volt DC melalui bagian High Voltage Dc to Dc converter untuk mengaktifkan sensor UVTRON . sedangkan Signal Processing Circuit berfungsi untuk mengatur berapa jumlah pulsa yang masuk dari sensor UVTRON selama 2 detik, yang akan direspons oleh C3704 menjadi pulsa selebar 10 mS. Pada kondisi standar, digunakan setting 3 pulsa dalam 2 detik. Namun, untuk kondisi dimana banyak cahaya liar lainnya, setting dapat diubah menjadi 5, 7, atau 9 pulsa, Sehingga sensitivitas dari C3704 menjadi lebih rendah.

Keluaran dengan pulsa sebesar 10 mS ini selanjutnya dapat dihubungkan langsung pada sistem mikrokontroler, seperti DST-51, DST-52, ataupun DST-R8C, dimana program pada sistem mikrokontroler tersebut akan mendeteksi adanya perubahan kondisi input dengan periode 10 mS sebagai indikasi adanya nyala api dalam area 5 meter.

6.5.5 Kompas

Kompas adalah alat navigasi untuk menentukan arah berupa sebuah panah penunjuk magnetis yang bebas menyelaraskan dirinya dengan medan magnet bumi secara akurat. Kompas memberikan rujukan arah tertentu, sehingga sangat membantu dalam bidang navigasi. Arah mata angin yang ditunjuknya adalah utara, selatan, timur, dan barat. Dalam bidang Robo-

tika di pelukan kompas untuk menentukan arah gerak pada robot misalnya yang sering di gunakan adalah kompas HMC5883 karena mempunyai fitur yang memadai untuk laju navigasi pada sebuah robot.



Gambar 6.19: Kompas HMC5883

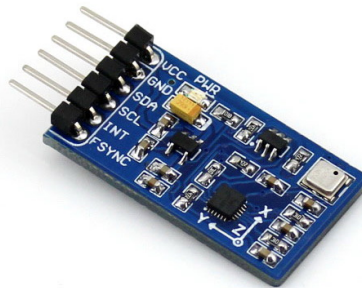
HMC5883 memiliki sensor magneto-resistive HMC118X series ber-resolusi tinggi, ditambah ASIC dengan konten amplification, automatic degaussing strap driver, offset cancellation dan 12 bit ADC yang memungkinkan keakuratan kompas mencapai 1 sampai 2 derajat. Modul ini biasa digunakan untuk keperluan sistem navigasi otomatis, mobile phone, netbook dan perangkat navigasi personal.

6.5.6 Gyro

Gyroscope adalah berupa sensor gyro untuk menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda atau cakram yang berotasi dengan cepat pada sumbu. Gyro sensor bisa mendeteksi gerakan sesuai gravitasi, atau dengan kata lain mendeteksi gerakan pengguna. dengan modul MPU9255 BMP180 yang dapat mendeteksi kemiringan biasanya di terapkan pada robot Humanoid dan Quadcopter.

Gyro sensor bisa mendeteksi gerakan sesuai gravitasi, atau dengan kata lain mendeteksi gerakan pengguna. Gyroscope pada penelitian ini digunakan untuk mengukur sumbu rotasi roket. Sebelum digunakan, sensor gyroscope terlebih dahulu dilakukan proses kalibrasi dengan menggunakan bandul. Proses kalibrasi tersebut berfungsi untuk memperoleh nilai faktor kalibrasi. Gyroscope memiliki keluaran berupa kecepatan sudut dari arah 3 sumbu

yaitu: sumbu x yang nantinya akan menjadi sudut phi (kana dan kiri) dari sumbu y nantinya menjadi sudut theta (atas dan bawah), dan sumbu z nantinya menjadi sudut psi (depan dan belakang).



Gambar 6.20: Sensor Gyro MPU9255 BMP180

6.5.7 kamera

Perkembangan teknologi komputer vision dan image processing saat ini sangat berkembang dengan sangat pesat. Perkembangan ini di tunjang oleh kemajuan mikroproser dan mikrokontroler seperti WEB Camera dan Digital Camera. berbagai aplikasi keamanan komputer vision dan image processing yang telah di kembangkan saat ini yang telah di kembangkan dalam dunia robotika. Komputer vision mempunyai tujuan utama membuat keputusan yang berguna tentang objek fisik nyata dan pandangan (screnes) berdasarkan image yang telah di dapatkan oleh sensor, secara sederhana computer vision adalah sebuah mesin yang dapat melihat. image prosesing merupakan salah satu jenis teknologi yang menyelesaikan masalah mengenai gambar.

Pixy CMUcam 5mp merupakan jenis sensor vision yang banyak di gunakan sebagai sensor robot, kelebihan dari sensor ini yaitu dapat menentukan dengan mudah warna objek yang akan diambil, selain itu poxy juga di lengkapi beberapa vitur sehingga para pengguna lebih mudah menggunakan pixy CMU Cam 5mp.



Gambar 6.21: Pixy CMUcam 5mp

6.6 Aktuator

Aktuator adalah bagian yang berfungsi sebagai penggerak dari perintah yang diberikan oleh Mikrokontroler. aktuator biasanya berupa elektromagnetis yang menghasilkan daya gerakan yaitu;

-
- Aktuator Elektromagnetis.
- Aktuator Pneumatik and Hidrolik.

6.6.1 Motor DC

Motor arus searah (DC) adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik arus searah menjadi gerak atau energi mekanik. Konstruksi dasar motor DC terdiri dari 2 bagian utama yaitu rotor dan stator. Rotor adalah bagian yang berputar atau armature, berupa koil di mana arus listrik dapat mengalir. Stator adalah bagian yang tetap dan menghasilkan medan magnet dari koilnya.



Gambar 6.22: Motor Dc Magnet Tetap

Prinsip kerja motor DC adalah jika ada kumparan dilalui arus maka pada kedua sisi kumparan akan bekerja gaya Lorentz [1]. Aturan tangan kiri dapat digunakan untuk menentukan arah gaya Lorentz, di mana gaya jatuh pada telapak tangan, jari-jari yang direntangkan menunjukkan arah arus, ibu jari yang direntangkan menunjukkan arah gaya. Kedua gaya yang timbul merupakan sebuah kopel. Kopel yang dibangkitkan pada kumparan sangat tidak teratur karena kopel itu berayun antara nilai maksimum dan nol. Kumparan-kumparan tersebut dihubungkan dengan lamel tersendiri pada komutator sehingga motor arus searah tidak berbeda dengan generator arus searah. Di bawah ini ilustrasi dari prinsip kerja motor DC.

6.6.2 Brushless

Motor Brushless Direct Current (BLDC) merupakan motor yang sering digunakan dalam dunia industri, misalnya permobilan, otomatis medis, dan peralatan instrumentasi. Motor BLDC tidak menggunakan sikat (brush) untuk pergantian medan magnet (komutasi), tetapi dilakukan secara elektronik commutated. Menggunakan motor BLDC mempunyai lebih banyak keuntungan dibanding menggunakan motor DC dan motor induksi biasa. Keuntungan itu antara lain:

- Kecepatan yang lebih baik untuk melawan karakteristik tenaga putaran.
- Tanggapan dinamis tinggi.
- Efisiensi tinggi.

- Tahan lama sehingga usia pakainya lebih lama.
- Nyaris tanpa suara bila dioperasikan.
- Speed range yang lebih luas.



Gambar 6.23: Motor Dc Magnet Tetap

Perbedaan utama antara motor DC Brushless dengan motor DC magnet permanen terletak pada pembangkitan medan magnet untuk menghasilkan daya gerak. Pada motor DC magnet permanen, medan magnet yang dikontrol terletak di rotor dan medan magnet tetap berada distator sedangkan pada motor DC Brushless adalah kebalikan dari pada motor DC magnet permanen, yaitu medan magnet tetap berada pada rotor sementara medan magnet yang dikontrol berada di stator.

6.6.3 Motor Servo

Motor DC seringkali disebut juga sebagai motor servo walau dalam realitanya berbeda dengan motor DC. Motor servo merupakan motor DC yang mempunyai kualitas tinggi, sudah dilengkapi dengan sistem kontrol di dalamnya. Dalam aplikasi motor servo sering digunakan sebagai kontrol loop tertutup untuk menangani perubahan posisi secara tepat dan akurat. Begitu juga dengan pengaturan kecepatan dan percepatan.



Gambar 6.24: Motor servo

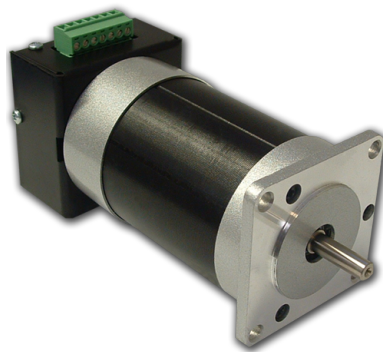
Bentuk fisik dari motor servo dapat dilihat pada gambar. Sistem pengkabelan motor servo terdiri dari 3 bagian, yaitu Vcc, Gnd, dan Kontrol (PWM). Penggunaan PWM pada motor servo berbeda dengan penggunaan PWM pada motor DC. Pada motor servo, pemberian nilai PWM akan membuat motor servo bergerak pada posisi tertentu dan kemudian berhenti (kontrol posisi). Pengaturannya dapat dilakukan dengan menggunakan delay pada setiap perpindahan dari posisi awal menuju posisi akhir.

Motor servo di bedakan menjadi 2, yaitu continuous servo motor dan uncontinuous servo motor. Motor servo kontinu dapat berputar penuh 360 sehingga memungkinkannya untuk melakukan gerak rotasi. Prinsip utama pengontrolan motor servo adalah pemberian nilai PWM pada kontrolnya. Perubahan duty cycle akan menentukan perubahan posisi dari motor servo. Seperti motor stepper, motor servo merupakan solusi yang baik dan sederhana untuk dunia robotika.

Namun motor servo memiliki kekurangan, yaitu tidak dapat memberikan umpan balik keluar. Ketika memberikan sinyal PWM pada sebuah servo, kita tidak tahu kapan servo akan mencapai posisi yang dikehendaki. Motor servo HS805 memiliki torsi hingga 20 Kg, GWS 04 10 Kg, servo GWS S35, dan S03 memiliki torsi yang lebih rendah. Beberapa tipe lain yang memiliki daya tahan tinggi adalah Hitec-422 dan Hitec-311. Motor servo kontinu dapat berputar 360 derajat, sedangkan motor servo standar hanya dapat berputar sekitar 180 derajat.

6.6.4 Motor Stepper

Salah satu jenis motor brushless adalah motor stepper. Bagian rotor dari motor stepper berupa magnet permanen sedangkan bagian stator terdiri atas beberapa lilitan. Adanya beberapa kumparan pada bagian stator ini mengakibatkan motor stepper dapat berputar setiap step. Besar derajat putar per step (resolusi) yang dimiliki masing-masing motor stepper adalah 0,72 per step. Ini merupakan resolusi terkecil. Nilai 90 per step merupakan resolusi terbesar.



Gambar 6.25: Motor Stepper

Prinsip kerja motor stepper adalah gerak putarnya dapat dikontrol secara digital. Bila sinyal clock diberikan pada rangkaian translator maka salah satu kumparan pada stator akan tersuplai arus selama selang waktu tertentu sehingga motor stepper akan bergerak satu step sesuai spesifikasinya. Bila setiap lilitan pada bagian stator tersuplai arus selama selang waktu tertentu secara berurutan (sekuensial) maka motor stepper akan berputar.

Gerakan motor stepper sesuai dengan pulsa digital yang diberikan. Seperti halnya motor konvensional DC biasa, motor stepper juga dapat berputar dalam dua arah, yaitu dengan memberikan polaritas yang berbeda. Motor stepper memiliki karakteristik pada torque-speed, yaitu memiliki torsi yang besar pada kecepatan rendah. Motor stepper juga memiliki karakteristik yang lain, yaitu holding torque.

Holding torque memungkinkan motor stepper dapat menahan posisinya ketika tidak berputar. Hal ini sangat berguna untuk aplikasi di mana semua suatu sistem memerlukan keadaan start dan stop. Ada beberapa macam motor stepper, yang kemudian dibedakan dalam 2 kategori besar, yaitu permanent magnet dan variable reluctance.

6.6.5 Solenoid

Solenoid adalah salah satu jenis kumparan terbuat dari kabel panjang yang dililitkan secara rapat dan dapat diasumsikan bahwa panjangnya jauh lebih besar dari pada diameternya, selenodi biasanya di gunakan pada valve untuk membuka katup angin Pneumatic.



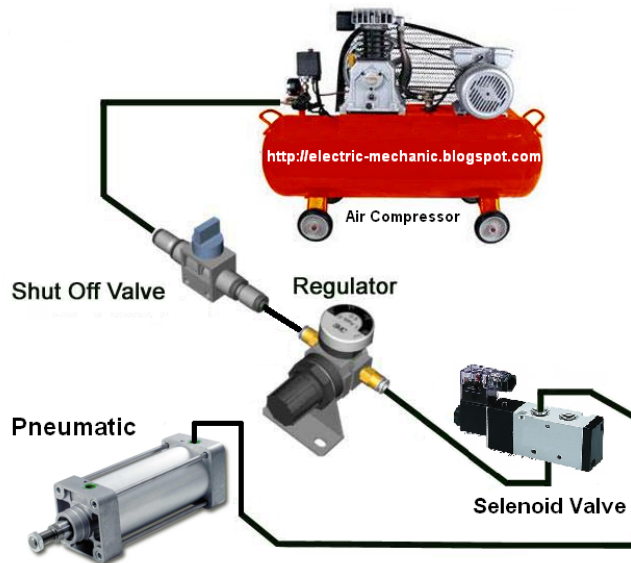
Gambar 6.26: Selenoid

Gerakan selenoid hanya bisa bergerak maju mundur, selenoid bekerja pada saat kumparan dialiri Arus pada lilitan kemudian akan menimbulkan medan magnet, sehingga batang besi pada selenoid tertarik kedepan dengan begitu katub angin akan terbuka. pergerakan selenoid hanya dua sumbu yaitu maju dan mundur. gerakan ini di pengaruhi oleh medan magnet yang ada pada inti shelenoid. Selenoid akan bergetak pada saat di aliri arus yang cukup membuat medan magnet.

Aplikasi penggunaan selenoid akan dibahas pada bab 5 yang dipasang pada doorlock pintu yang di kominasikan dengan mikrokontroller dan relay. kelebihan selenoid pada doorlock tidak memerlukan mekanik tambahan seperti gear karena yang geraknya hanya dua arah

6.6.6 Pneumatic

Pneumatik adalah sebuah sistem penggerak yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggeraknya. Cara kerja Pneumatik sama saja dengan hidrolik yang membedakannya hanyalah tenaga penggeraknya. Jika pneumatik menggunakan udara sebagai tenaga penggeraknya, dan sedangkan hidrolik menggunakan cairan oli sebagai tenaga penggeraknya. Dalam pneumatik tekanan udara inilah yang berfungsi untuk menggerakkan sebuah cylinder kerja. Cylinder kerja inilah yang nantinya mengubah tenaga/tekanan udara tersebut menjadi tenaga mekanik (gerakan maju mundur pada cylinder).

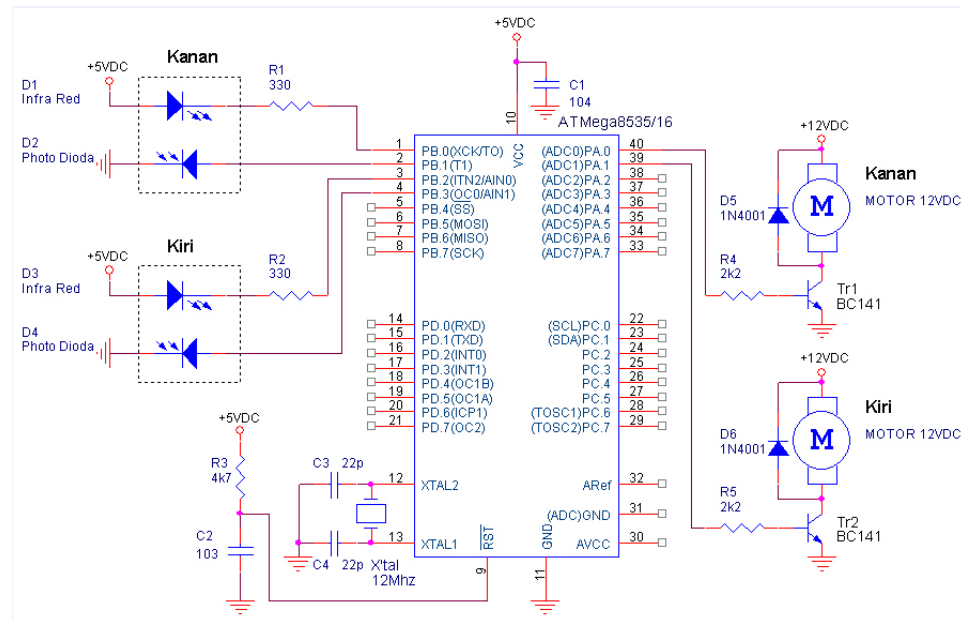


Gambar 6.27: Pneumatik dengan Kelengkapan

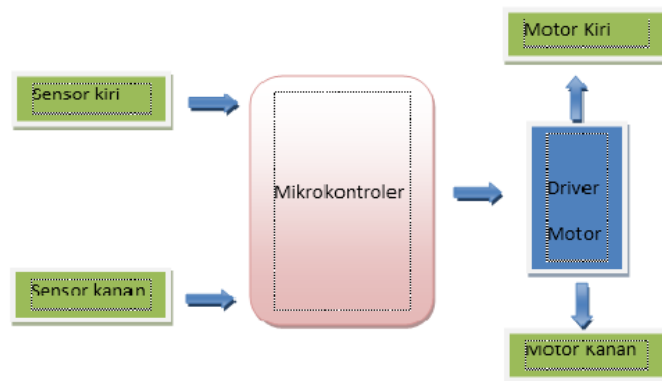
6.7 Mikrokontroler Robotik

Program mikrokontroler merupakan dasar dari prinsip pengintrolan kerja robot. Orientasi penerapan mikrokontroler adalah mengendalikan sebuah sistem berdasarkan informasi input yang di terima, lalu di proses oleh mikrokontroler, dan dilakukan aksi pada bagian output sesuai program yang telah di buat sebelumnya yang biasa di sebut dengan artivisial intelegen (kecerdasan buatan). Mikrokontroler merupakan pengontrol utama perangkat eletronika saat ini, termasuk robot tentunya. mikrokontroler yang sering digunakan pada unumnya adalah Mikrokontroler AVR dan Mikrokontroler Arduino yang telah di bahas pada bab sebelumnya.

Line follower robot atau bisa juga disebut Line Tracer robot adalah robot yang dapat mengikuti jalur/garis.garis yang di ikuti terbuat dari bahan yang berwarna gelap yang utama adala perbedaan kontras, biasaya mengusakan lakban hitam, sedangkan daerah yang laian/lantai adalah warnah yang cerah(putih). Robot menggunakan sensor photodiode untuk medeteksi jalur yang telah di buat, yaitu robot di letakkan di atas jalur, sehingga pergerakan robot pada saat start megikuti jalur dengan tepat. berikut skematic robot Line Follower.



Gambar 6.28: Skematic line Follower



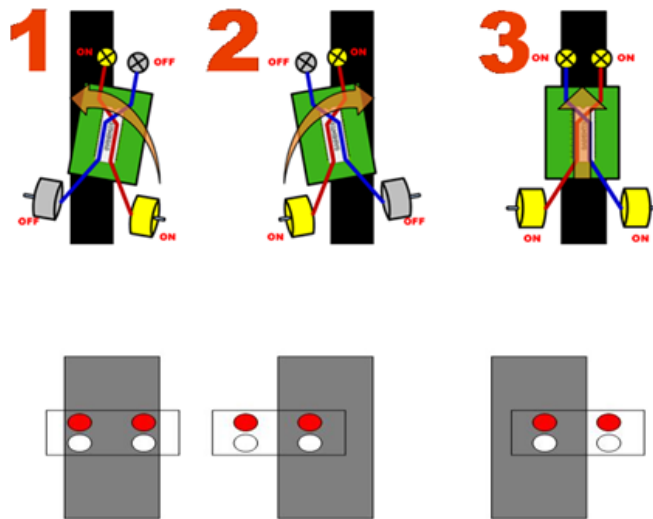
Gambar 6.29: Algoritma Dasar Line Follower

Gambar di atas menunjukkan Skematic Line Follower sederhana yang dapat di buat oleh seorang pemula, karena jenis skematik ini adalah sebuah konsep dasar robot line Follower, hampir semua jenis robot menggunakan algoritma yang hampir sama dengan line follower, oleh karena itu pada bab ini di bahas line follower dasar untuk megawali aplikasi mikrokontroler pada

robot. pada gambar di bawa juga jelaskan Alogaritma dasar line Follower. sebelum melangka mempelajari robot yang lebih cerda yang menggunakan lebih dari 1 sensor dan aktuator.

Selain menganut semua prinsip dasar dari setiap robot, line follower juga robot yang paling di minati oleh banyak kalangan, karena cara pembuatannya yang sederhana juga dapat memberi ilmu dasar dari setiap prinsip kerja robot, alat yang di nakan juga sangat terjangkau karea banyak beredar di pasaran, selain itu harganya juga murah, line fillower juga adalah robot yang paling banyak di kembangkan oleh para kalangan karena pada robot ini juga membahas tentang keseimbangan yang sering di sebut dengan PID.

Akselerasi pada robot di atas jalur merupakan hal yang paling utama, karena menentukan keberhasilan dari sebuah robot yang telah dibuat, robot yang dibuat tentunya banyak melewati hal yang sulit seperti menentuka nilai ADC pada sensor photodiode, selain itu juga analisa kerusakan Rangkaian Mikrokontroller, dan juga pembuatan program yang banyak menghabiskan waktu pada saat percobaan, ketika melewati seperti itu akan menghasilkan robot yang berkualitas, yang akselerasi pada jarur tidak di ragukan lagi.



Gambar 6.30: Pergerakan Robot LF

6.8 Kenematika Robot

Kenematika dapat di defenisikan sebagai sebagai studi pergerakan robot (Motion) tanpa memperhatikan gaya/force atau farktor lainnya yang mempe-

ngaruhi gerakan tersebut pada sebuah analisa kinematik, posisi, kecepatan, dan akselerasi dari seluruh link dihitung tanpa memperhatikan gaya yang menyebabkan pergerakan. kinematika robot, secara umum terbagi menjadi dua yaitu. Kinematika Forward dan Kinematika Inverse. Kinematika Forward juga disebut sebagai kinematika Direct, dimana panjang dari tiap link dan sudut setiap joint diberikan dan kita hitung posisi robot. pada kinematika Inverse, panjang dari tiap link dan posisi di berikan, lalu kita hitung dari tiap sudut joint. kinematika robot dapat dibagi menjadi beberapa bagian.

- manipulator kinematics
- parallel kinematics
- mobile robot kinematic
- humanoid kinematic

Robotics

1. Teknologi saat ini sangat berkembang pesat seiring meningkatnya kemampuan robot cerdas. kata robot sudah tidak asing lagi di telinga kita. kata robot berasal dari Czech, Robota yang berarti bekerja. istilah itu di perkenalkan oleh Karel Capek saat mementaskan RURTesla (Ronnsun's Universal Robots) pada tahun 1921. Meskipun begitu awal kemunculan robot sebelumnya dapat di runut dari bangsa yunani kuno yang membuat patung yang dapat di pindah pindahkan. sekitar 270 BC. pada zaman Nabi Muhammad SAW, telah di buat mesin yang dapat melontarkan bom. Bahkan Al-Jazari (1136-1206) seorang ilmuan islam pada dinasti Artuqid yang di anggap pertama kali menciptakan Robot Humanoid yang brfungsi sebagai 4 musis.
2. Robot merupakan sebuah rancangan yang dapat membantu pekerjaan manusia yang dapat bekerja secara terus menerus tanpa mengenal lelah atau bosan, dengan bebrapa aplikasi pendukung seperti sensor, computer controlok, dan aktuator. yang memiliki karakteristi secara umum sepeti : (1). sensing, robot harus dapat mendeteksi lingkungan disekitarnya(halangan, panas, suara dan gambar) (2). Mampu bergerak, robot pada umumnya bergerak menggunkan kaki atau roda. selain itu robot juga dapat terbang atau berenang (3). Cerdas, Robot memiliki kecerdana buatan supaya dapat memutuskan aksi yang tepat dan akurat. (4). Power, Robot membutuhkan caru daya yang memadai agar unit pengontrol dan akttuator dapat menjalankan fungsinya.
3. klasifikasi robot dapat dibedakan menjadi bebrapa bagian, karean robot mempunyai ciri khas masing-masing, selaian itu robot juga dapat dibedakan sesuai dengan area kerja, misal beberapa area kerja robot seperti ada yang bekerja di darat, di udara dan di bawa air. robot tersebut dibuat sesuai kebutuhan pada manusia, yaitu tugas utamanya adalah membantu pekerjaan manusia. (1). Mobile Robot. (2). Robot Jaringan. (3). Robot Manipulator. (4). Robot Humanoid.
4. Sensor adalah komponen yang dapat merespons kondisi lingkungan yang diberikan. Sensor ini dapat berupa sensor cahaya, suara, suhu, tekanan. Dalam teknologi robotika banyak sekali sensor yang digunakan. Pemakaian sensor dalam sebuah robot tergantung pada fungsi robot itu sendiri. (1). Sensor Cahaya. (2). Pir. (3). Ultraconic. (4). UVTRON. (5). Kompas. (6). Gyro. (7). kamera.

5. Aktuator adalah bagian yang berfungsi sebagai penggerak dari perintah yang di berikan oleh Mikrokontroler. aktuator biasanya berupa elektromagnetis yang menghasilkan daya gerakan yaitu; (1). Aktuator Elektromagnetis. (a). Motor DC. (b). Brushled. (c). Motor Servo. (d). Motor stepper. (2). Aktuator Pneumatik and Hidrolik.

Tugas

Sebutkan dan jelaskan aplikasi manfaat robot terbang dalam kehidupan sehari-hari?

Bab 7

Aplikasi Embedded Sistem Robotics

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian embedded Sistem path planning.
2. Peserta didik mampu menjelaskan apa yang dimaksud dengan sistem minimum (sistem minimum).
3. Peserta didik mampu menyebutkan fitur path planning.
4. Peserta didik mampu mendeskripsikan akses Kontrol pintu dengan sidik jari.
5. Peserta didik mampu menyebutkan komponen utama akses kontrol pintu dengan sidik jari.

7.1 Embedded Sytem path Planning Kombinasi Gripper

Pada bab sebelumnya telah dibahas line Follower, namun pada bab ini akan bahas sistem embbeded yang di gunakan oleh robot. Robot System Path diatur dalam bentuk path untuk memindahkan sebuah barang, Pengontrolan robot menggunakan mikrokontroler Atmega32 yang terhubung oleh perangkat masukan yaitu sensor proximity sebagai sensor yang berfungsi untuk membaca jalur.

Push Button berfungsi untuk pengimput atau mengelolah data path, dan perangkat keluaran yaitu motor DC sebagai penggerak robot, motor servo sebagai gripper untuk pengangkut barang, LCD (Liquid Crystal Display) untuk menampilkan data path.

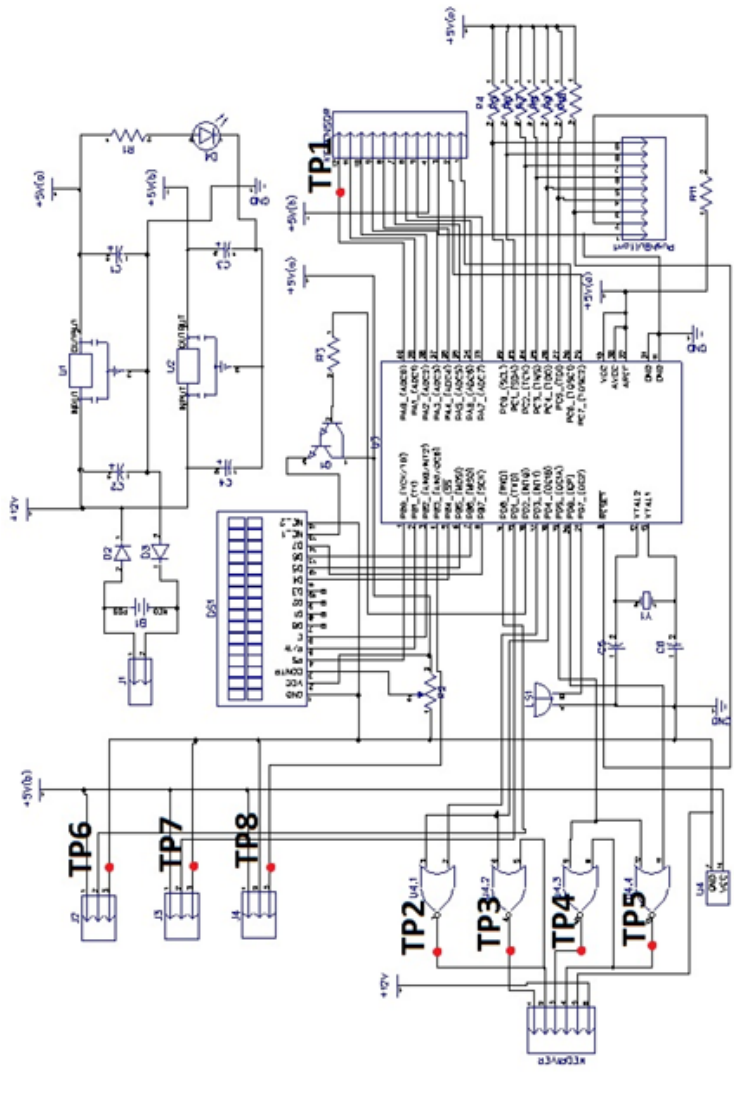
Rancang bangun robot pengangkut barang dengan teknik path planning ini adalah salah satu produk perncangan robot yang kompleks dimana robot ini sudah mampu mengindra, memiliki sensor dan aktuator.

Robot ini menggunakan 14 sensor proximity yang berfungsi untuk membaca dan membedakan warna, sehingga dapat digunakan untuk membaca garis hitam diatas dasar putih, data dari sensor akan diteruskan ke mikrokontroler Atmega32 untuk diproses yang kemudian diteruskan ke aktuator. Aktuator dibagi menjadi dua bagian yaitu motor DC yang digunakan untuk menggerakkan robot, dan motor servo yang digunakan untuk mengambil dan mengangkut barang.

Teknik path planning adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mengatur kendali robot, perintah yang berupa arah, kecepatan, kecepatan banting, errorPID, timer, break, akan diatur langsung pada robot dengan memanfaatkan fungsi push button yang akan ditampilkan di LCD dalam bentuk tampilan menu sehingga tidak memerlukan lagi antarmuka ke komputer.

Pengembangan fitur yang diadakan pada robot ini adalah kecepatan path, sistem PID pada sensor proximity, timer, break, insert/delete path, looping path, fungsi servo untuk pengangkut, reset factory, serta auto calibrasi pada sensor proximity.

sistem path planning sangat bekembeng di indonesia, para pengguna sistem path planning terus mengembangka sistem ini, agar kemampuan robot dapat lebih baik dan stabil, kekurangan sistem ini teletak pada saat robot error, robot harus di mulai pada titik awal atadi di titik start, damun para pengbang terus mencari cara mengatasi kekurangan sistem ini.

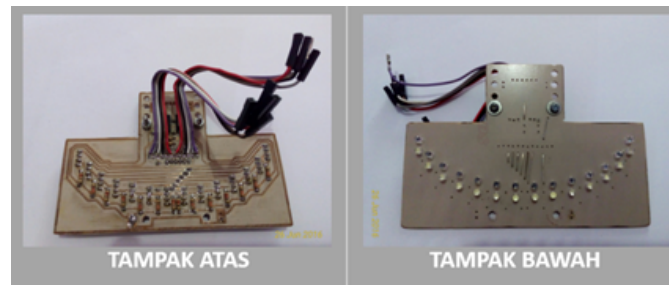


Gambar 7.1: Skematic

7.1.1 Rangkaian sensor

Sensor merupakan suatu rangkaian indra bagi sebuah robot yang dapat mengenali situasi dan kondisi pada saat robot beroperasi. Rangkaian sensor ini terdiri dari beberapa macam komponen yaitu, Photodiode, led super bright, Taransistor dan Resistor. Komponen yang berperang penting da-

lam rangkaian sensor ini adalah Photodiode yang biasa juga disebut sensor proximity. Photodiode dengan ukuran 3mm bekerja dengan cara menerima pantulan cahaya dari Transmitter (tx), cahaya yang di pancarkan oleh led super bright akan di pantulkan kembali ke photodiode dengan dasar warna pemantulan yang berbeda, kondisi seperti ini akan menimbulkan peroses naik turunnya tegangan yang kemudian tegangan ini di jadikan sebuah data untuk di proses oleh mikrokontroler.

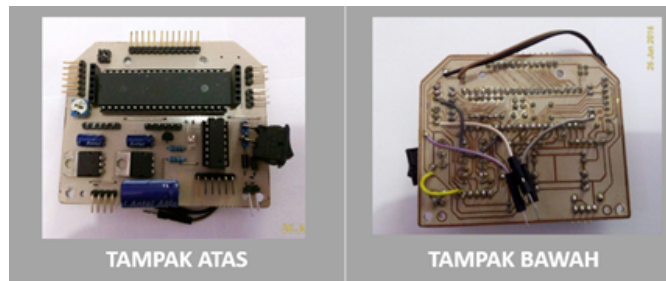


Gambar 7.2: Rangkaian Sensor

Dilain sisi led super bright juga di kontrol dengan satu komponen aktif dengan kode Transistor BD 139 yang berfungsi sebagai saklar untuk mematikan dan menyalakan led, Rangkaian sensor ini dibagi menjadi 2 bagian rangkaian sensor, yaitu kiri dan kanan yang fungsinya masing membaca jalur hitam dasar putih, seperti membaca path kiri dan path karena atau setiap perempatan. Kedua sensor kiri dan kanan dia atur dalam perogram yang mengaktifkan masing masing sensor yang disebut dengan sendat kiri dan sendat kanan. Artinya jika sendat kiri aktif manandakan sensor kiri aktif begitupun sebaliknya jika sendat karena makan sensor kana aktif.

7.1.2 Sistem Minimum (SisMin)

Rangkaian sistem minimum atau yang sering di singkat dengan nama sismin adalah suatu pusat rangkaian pengontrol dari sebuah Robot. Yang di dalamnya terdapat sebuah IC (integrate sircuit) mikrokontroler yaitu perpaduan antara mikrokontrol dan mikroprosesor. Rangkaian sismin sangat berperang penting karena merupakan pusat atau inti dari suatu rangkaian. Dalam rangkaian sistem minimum terdapat beberapa komponen aktif dan pasif seperti dioda dan Transistor yang merupakan komponen aktif. Resisto, Trimmer, Kapasitor, dan Elko sebagai komponen pasif.



Gambar 7.3: Rangkaian SisMin

Perancangan robot kali ini yaitu rancang bangun Robot pengangkut barang dengan teknik path planning dengan Atmega32 yang terdiri dari rangkaian sensor, tombol, sismin dan Driver. Dimana fungsi utama rangkaian sismin yaitu memproses semua data input dan output kemudian diteruskan kesetiap masing-masing rangkaian. Prinsip kerja robot ini Sismin menerima data ananalog dari rangkaian sensor dimana output sensor terhubung ke portA Atmega32 dengan fungsi khusus ADC hanya bisa menerima data Analog.

Kemudian di proses oleh mikro, Dalam pembuatan progaram di buat sistem conter up dan counter down yang akan bekerja ketika tombol di tekan. Rangkaian tombol terhubung ke port C Atmega32. Dari proses di atas data dari sensor dan tombol akan di olah oleh mikrokontroler kemudian di tampilkan ke LCD (Liquid Crystal Display), pin pada LCD terhubung ke port B Atmega32 dengan tampilan karakter 2x16, tampilan tersebut dapat membantu kita untuk mengetahui nilai ADC dari setiap sensor dengan tampilan ini kita dapat berkomunikasi secara langsung dengan robot . Ketika robot di jalankan sismin juga mengirim sinyal PWM kerangkaian Driver, kecepatan robot juga di tampilkan pada LCD sesuai dengan sinyal PWM yang di kirim.

7.1.3 Rangkaian Tombol

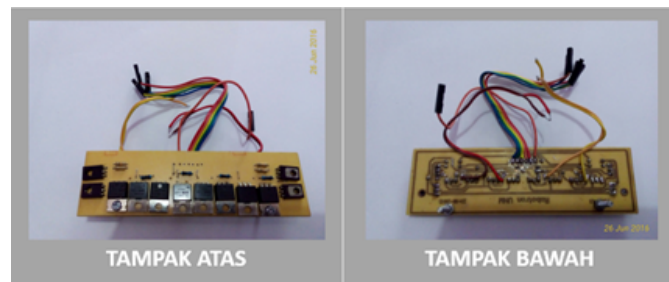
Rangkaian Tombol merupakan suatu rangkaian perantara antara pengguna robot untuk mengatur dan menetapkan isi dari setiap menu dari program yang dibuat. Yang terdiri dari komponen Push Button. Di mana fungsi utama menetapkan kecepatan robot dan menetapkan nilai pembacaan ADC dan dapat di ubah sesuai dengan situasi dan kondisi. Dalam penggunaan tombol akan d jelaskan di halaman selanjutnya dan penetapan menu sesuai fungsi tombol.



Gambar 7.4: Rangkaian Tombol

7.1.4 Rangkaian Driver

Rangkaian drivier merupakan rangkaian yang di dalamnya terdapat komponen aktif dan pasif yang dapat mensuplay arus yang lebih banyak untuk menggerakkan motor. Rangkaian driver adalah salah satu bagian dari Actuator (penggerak) robot. Perancangan robot pemindah barang termasuk dalam kategori jenis robot Mobile yaitu robot yang berpindah tempat dengan cara mengeser dirinya menggunakan roda. komponen yang terdapat dalam rangkaian driver irf 9640, irf z44n, Bd 139 dan Resistor. Dari susunan komponen tersebut membentuk suatu rangkaian yang dapat megontrol arah putaran motor dan kecepatan motor pada robot.

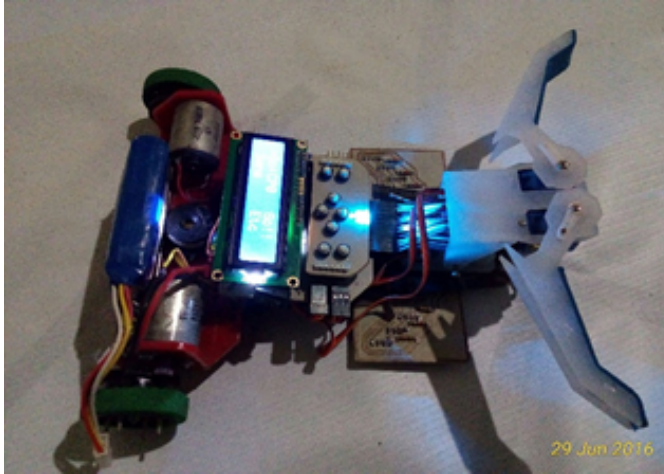


Gambar 7.5: Rangkaian Driver

7.1.5 Desain

Desain Robot Pengangkut Barang Dengan Teknik Path Planning menggunakan ukuran panjang 20cm lebar 20cm dan tinggi 20cm. Dimana terdapat beberapa hal utama yang didesain untuk penempatan yang paling baik, yang pertama base didesain kecil, kuat dan ringan sehingga dapat menyatukan sensor, sistem minimum, driver, dan gripper. Kemudian sensor

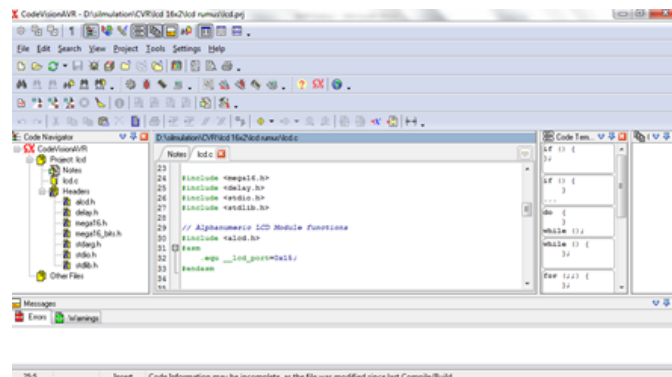
yang ditempatkan dengan model segitiga sama kaki dari titik tengah antara kedua motor ke sensor proximity yang paling tengah.



Gambar 7.6: Desain Robot

7.1.6 Code Vision AVR

Code Vision AVR adalah salah satu alat bantu pemrograman (programming tool) yang bekerja dalam lingkungan pengembangan perangkat lunak yang terintegrasi (integrated Development Environment, IDE). Seperti aplikasi IDE lainnya, CodeVision AVR dilengkapi dengan source code editor, compiler, linker, dan dapat memanggil Atmel AVR studio untuk debugger-nya.

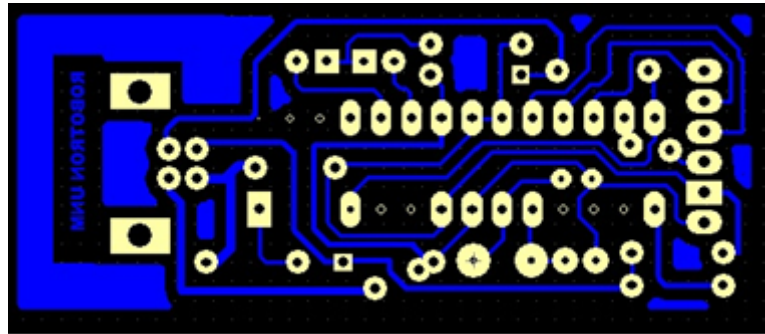


Gambar 7.7: Code Vision AVR

7.1.7 ISP Downloader

ISP (In Sistem Programming) Downloader adalah rangkaian antarmuka yang berfungsi menghubungkan komputer dengan mikrokontroler dalam proses pemrograman mikrokontroler. Melalui rangkaian downloader inilah, software downloader pada komputer berinteraksi dengan mikrokontroler dan melakukan proses penulisan/pembacaan program biner ke/dari memori program mikrokontroler.

Selanjutnya software downloader juga dapat mengkonfigurasi mikrokontroler sesuai kebutuhan melalui bit-bit konfigurasi (fuse-bits) dan mengeset bit-bit pengunci (lock-bits).

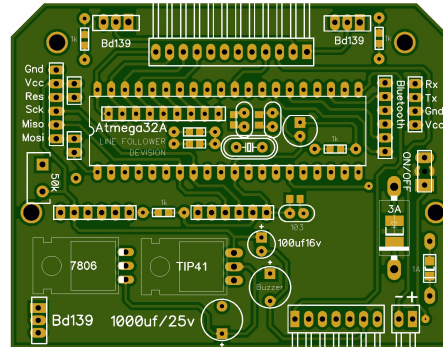


Gambar 7.8: Tampak Bawah Downloader

7.1.8 Desain Penggunaan Pin Mikrokontroler Atmega32

Desain Robot Pengangkut Barang Dengan Teknik Path Planning ini menggunakan pengontrol yaitu Mikrokontroler AVR jenis Atmega32. Pada mikrokontroler ini terdapat 40 pin yang terdiri atas 32 Pin I/O, dan 8 Pin Power. Dimana penggunaan pin tersebut adalah sebagai berikut.

Pembuatan desain PCB layout ini di buat pada aplikasi Diptrace, selain itu juga dapat menggunakan Eagle, untuk memaksimalkan desain PCB di sarankan menggunakan Altium profesional yang digunakan para industri untuk membuat desain PCB, bagi para pemula di sarankan menggunakan Diptrace dan Eagle yang penggunaanya lebih mudah,



Gambar 7.9: SisMin

- PORTA.0 sampai PORTA.6, digunakan sebagai pin analog input sensor proximity.
- PORTB.0 sampai PORTB.7 (kecuali PORTB.3), digunakan sebagai data bit untuk LCD sekaligus sebagai pin komunikasi ke downloader.
- PORTB.3 digunakan sebagai pin output data motor servo
- PORTC.0 digunakan sebagai pin tombol arah bawah.
- PORTC.1 digunakan sebagai pin tombol arah kiri
- PORTC.2 digunakan sebagai pin tombol arah kanan
- PORTC.3 digunakan sebagai pin tombol arah atas
- PORTC.4 digunakan sebagai pin tombol kembali
- PORTC.5 digunakan sebagai pin tombol ok
- PORTC.6 dan PORTC.7 digunakan sebagai output untuk transistor switching pada sensor kanan dan kiri.
- PORTD.0 dan PORTB.1 digunakan sebagai pin output data motor servo
- PORTD.2 digunakan sebagai pengatur nyala/mati LCD untuk indikator perubahan path.
- PORTD.3 dan PORTD.6 digunakan sebagai output untuk data motor kanan dan kiri

- PORTD.4 dan PORTD.5 digunakan sebagai OCR untuk mengatur kecepatan motor kanan dan kiri.
- PORTD.7 digunakan sebagai output untuk data buzzer.

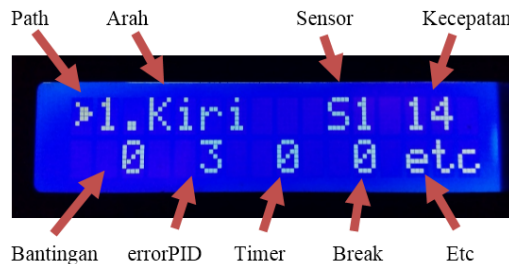
7.1.9 Desain Software (Program) Path Planning

Desain program pada Robot Pengangkut Barang Dengan Teknik Path Planning didesain dalam bentuk menu sehingga mudah digunakan. Dimana fitur-fitur dalam menu tersebut adalah sebagai berikut.



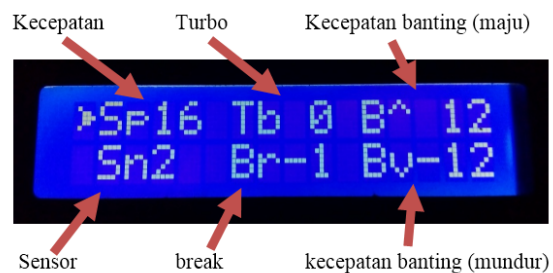
Gambar 7.10: Tampilan Awal

1. GO!CP1 jika ditekan ok maka robot jalan dengan menggunakan instruksi path, jika ditekan kembali akan masuk ke menu setpath (menu untuk mengatur path)
2. GO jika ditekan ok maka robot jalan tanpa intruksi path (free run), jika ditekan kembali akan masuk ke menu setfreerun (menu untuk mengatur cara belok dll).
3. Sens jika ditekan ok maka akan masuk ke menu cek sensor. item Etc jika ditekan ok maka akan masuk ke menu lain yang berisi atur CP, factoryreset, dsb.



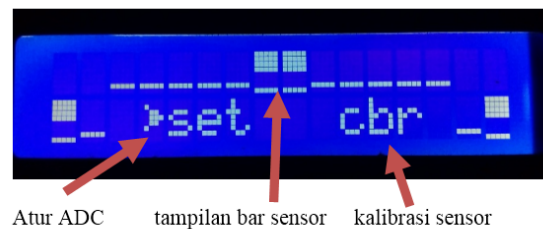
Gambar 7.11: Tampilan path

1. Path adalah istilah untuk menghitung percabangan dan tempat pengambilan barang
2. Arah terbagi atas 12 pilihan yaitu, Stop, Lurus, Kanan, Kiri, Am-Ka (ambil barang sebelah kanan), Am-Ki (ambil barang sebelah kiri), Am-LKa (ambil barang lurus kemudian belok kanan), Am-Lki (ambil barang lurus kemudian belok kiri), Sm-Ka (simpan barang sebelah kanan), Sm-Ki (simpan barang sebelah kiri), Sm-Lka (simpan barang lurus kemudian belok kanan), dan Sm-Lki (simpan barang kemudian belok kiri).
3. Sensor digunakan untuk memilih sensor yang akan digunakan untuk counter path.
4. Kecepatan untuk mengatur kecepatan setiap path, diisi rentang antara 0-99.
5. Belokan untuk menentukan lama belok untuk mendapatkan garis kembali, diisi rentang antara 0-99.
6. errorPID untuk mengatur keseimbangan respon sensor ke motor agar robot bisa berjalan mulus, diisi rentang antara 0-99.
7. Timer untuk mengatur waktu untuk perubahan kecepatan robot, diisi rentang antara 0-99.
8. Break untuk melakukan pengereman seketika, diisi rentang antara 0-99.
9. Etc, jika ditekan ok akan masuk ke menu untuk mengatur loop, tambah, dan menghapus path.



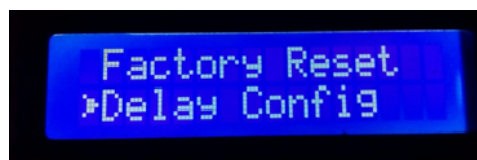
Gambar 7.12: Menu Pegaturan Free Runl

1. Kecepatan untuk mengatur kecepatan pada mode free run.
2. Sensor untuk mengaktifkan mode belo pada saat free run.
3. Turbo untuk membuat robot memiliki kecepatan tinggi pada saat garis lurus tanpa belokan.
4. Break digunakan untuk pengereman.
5. Kecepatan banting (maju) dan (mundur), untuk mengatur kecepatan yang tepat untuk membuat robot berbelok.



Gambar 7.13: Menu Pegaturan Free Runl

1. Atur ADC, digunakan untuk menentukan batas pembacaan nilai ADC sehingga sensor dapat mengenali jalur
2. Tambilan barsensor, digunakan untuk tes sensor, jika ada garis maka akan terisi kotak hitam, jika tidak ada maka akan kosong.
3. Kalibrasi sensor digunakan untuk mengatur batas pembacaan ADC secara otomatis.



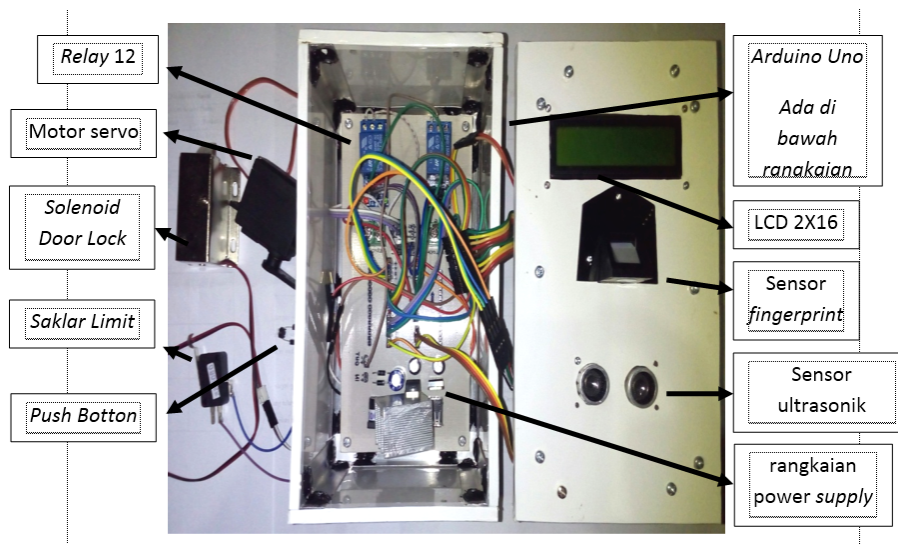
Gambar 7.14: Tampilan Menu Other

Pada menu other terdapat beberapa pilihan untuk pengaturan yaitu.

1. Set buzz untuk mengatur nyala atau mati indikator buzzer
2. Set Cekpoint untuk mengelompokkan path agar lebih mudah diatur.
3. Factory Reset untuk mengembalikan semua path ke awal
4. Atur Delay untuk mengatur kecepatan pada mode timer di pengaturan path.

7.2 Akses Kontrol Pintu Dengan Sidik Jari

Akses kontrol pintu menggunakan sidik jari yang telah diuji ini dirancang dengan beberapa blok rangkaian elektronika yaitu rangkaian power suplai, papan arduino uno, sensor ultrasonic, sensor fingerprint, modul relay untuk solenoid door lock, modul relay untuk motor servo yang berfungsi membuka pintu, solenoid door lock, motor servo, dan LCD yang menampilkan display informasi.

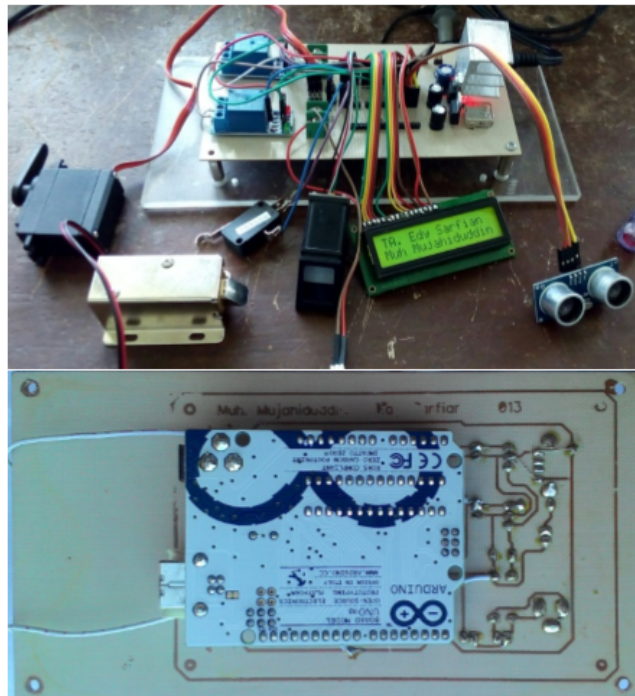


Gambar 7.15: Akses Kontrol Pintu Menggunakan Sidik Jari

Pada gambar 7.15 dapat dilihat bahwa ada 2 buah sensor yaitu sensor ultrasonik (sensor yang memberikan intruksi ke sensor fingerprint untuk aktif), dan sensor fingerprint (sensor yang memberikan intruksi ke solenoid untuk terbuka), serta LCD (komponen yang menampilkan display dan

informasi). Pada alat akses pintu tersebut terdapat 1 buah sensor ultrasonik yang bertugas untuk memantau ada tidaknya objek/manusia secara real-time yang mengaktifkan sensor fingerprint.

Selain itu, terdapat sebuah papan rangkaian arduino uno yang mengontrol kerja dari sensor fingerprint, solenoid door lock dan motor servo dalam hal membuka dan menutupnya pintu tepatnya berada di bawah rangkaian. Terakhir dapat dilihat bahwa terdapat kabel-kabel supply berupa kabel supply untuk solenoid door lock, kabel supply untuk motor servo, kabel adaptor untuk arduino uno dan kabel adaptor untuk supply relay serta terlihat satu buah tombol push botton untuk membuka pintu dari dalam ruangan. Perancangan akses kontrol pintu ini diawali dengan merencanakan rangkaian yang dibuat.



Gambar 7.16: Hardware Akses Kontrol Pintu Menggunakan Sidik Jari

Tahap ini dimulai dengan memahami konfigurasi pin sensor ultrasonik, karena sensor inilah yang menjadi komponen utama yang mengaktifkan sensor fingerprint untuk dapat menscan sidik jari yang terdapat pada permukaan sensor fingerprint. Pada sensor ultrasonik HC-SR04 diketahui terdapat

4 buah pin yaitu pin Vcc, Trigger, Echo, dan Gnd, dimana Vcc dihubungkan ke 5V dan GND arduino, sedangkan Trigger dan Echo dihubungkan ke pin digital arduino. Pin Trigger dan Echo berperan dalam pengiriman dan penerimaan pulsa, dimana lebar pulsa sejak dikirim hingga kembali ke modul sensor inilah yang menjadi nilai untuk mendapatkan jarak antara sensor dengan objek yang diukur (pengguna)

Pada gambar 7.16 dapat dijelaskan bahwa rangkaian berisi komponen-komponen dan pengkabelan penggunaan pin arduino. Komponen-komponen yang dapat dilihat langsung yaitu power supply, solenoid door lock, modul relay, motor Servo, jack DC, input supply untuk solenoid door lock dan input supply untuk motor servo. Adapun modul arduino uno yang mengontrol seluruh komponen yang digunakan berada di bawah pada PBC atau papan rangkaian untuk menghasilkan penggunaan acrylic sehemat mungkin begitupun dengan relay yang mengontrol motor servo berada di samping relay solenoid door lock.

Pada perancangan ini menggunakan 1 buah sensor ultrasonik yang mendeteksi jarak antara pengguna dengan pintu. Hasil pembacaan dari sensor ini memberikan informasi ke arduino untuk selanjutnya mengaktifkan / menonaktifkan sensor fingerprint. Data pembacaan jarak antara manusia dan sensor ultrasonik ini dikonversi ke dalam satuan sentimeter, yang dimana jarak dalam keadaan konstan sehingga yang menjadi variabel dalam menghitung jaraknya adalah posisi tangan pengguna.

Pada perancangan ini menggunakan 1 buah sensor fingerprint yang memscan sidik jari yang menempel pada permukaan sensor fingerprint. Tahap ini dimulai dengan memahami konfigurasi pin sensor fingerprint, karena sensor inilah yang menjadi komponen utama yang mengaktifkan solenoid door lock untuk dapat membuka pengunci pintu secara otomatis bila sidik jari yang di scan dikenali atau diterima. Pada sensor fingerprint FZ1035 diketahui terdapat 4 buah pin yaitu pin Vcc, Gnd, RxD dan TxD, dimana Vcc dihubungkan ke 5V dan GND arduino, sedangkan RxD dan TxD dihubungkan ke pin digital arduino. Pin RxD dan TxD berperan dalam pengiriman dan penerimaan pulsa, dimana lebar pulsa sejak dikirim hingga kembali ke modul sensor inilah yang menjadi nilai untuk mendapatkan data sidik jari antara sensor dengan objek yang diukur (jarimanusia).

Pada perancangan ini menggunakan 1 buah sensor fingerprint yang memscan sidik jari yang menempel pada permukaan sensor. Hasil pembacaan dari sensor ini memberikan informasi ke arduino untuk selanjutnya mengaktifkan / menonaktifkan solenoid door lock. Pembuatan rangkaian relay yakni rangkaian modul relay untuk solenoid door lock merupakan tahap ketiga dalam perancangan ini. Rangkaian modul relay inilah yang bertanggung

jawab untuk mengaktifkan/me-nonaktifkan solenoid door lock. Modul ini meliputi beberapa komponen yaitu relay 12 VDC, resistor, dioda, transistor, LED 3mm, serta pin male sebagai input dan output dari modul relay. Rangkaian relay ini dikontrol oleh arduino uno berdasarkan input dari sensor fingerprint.

Pada bagian pengontrolan solenoid door lock digunakan satu buah modul relay 12 VDC yang mana modul relay inilah yang akan mensaklar tegangan 12 VDC kepada solenoid door lock agar dapat terbuka atau tertutup. Pengunci solenoid akan terpental masuk atau terbuka apabila di berikan tegangan 12 VDC begitupun sebaliknya apabila tegangan pada solenoid terputus maka pengunci solenoid pun akan terpental mengunci atau menutup. Pada bagian pengontrolan motor servo dengan menggunakan tegangan kerja 5 VDC digunakan satu buah modul relay 12 VDC yang mana modul relay inilah yang akan mensaklar tegangan kepada motor servo agar dapat membuka pintu.

Motor servo akan berputar 90^0 sesuai dengan program yang telah dibuat, setelah motor servo membuka pintu dengan sudut 90^0 maka tegangan pada motor servo yaitu 5 VDC akan tetap ada sebelum saklar limit belum tertekan dan sistem belum kembali ke keadaan awal. Untuk dapat mengembalikan posisi awal motor servo maka sistem perlu direset agar tegangan pada motor servo hilang atau terputus sehingga motor servo mudah untuk dikembalikan pada posisi awal karena jika masih ada tegangan pada motor servo maka akan mengakibatkan pengerasan pada motor servo itu sendiri sehingga sulit untuk dikembalikan pada posisi awal, dengan kembalinya motor servo pada posisi awal maka pintupun dapat tertutup dan terkunci kembali.

Pada perancangan kontrol pintu menggunakan sidik jari ini menggunakan satu buah tombol push botton dan satu buah saklar limit yang mana kedua komponen tersebut memiliki fungsi masing-masing yaitu untuk tombol push button sendiri memiliki fungsi sebagai tombol untuk membuka pintu dari dalam karena apabila pintu telah ditutup maka pintu akan terkunci kembali dengan sendirinya maka dari itu, untuk membukanya kembali harus menscan ulang sidik jari agar dapat terbuka, tapi bagaimana jika pengguna berada di dalam ruangan dan ruangan tersebut terkunci tidak mungkin membuka pintu dari dalam maka dari itu di berikan tombol alternative untuk membuka pintu dari dalam.

Apabila tombol push botton di tekan atau bernilai 1 (low) maka arduino akan memberikan instruksi atau perintah kepada relay untuk menyuplai tegangan pada solenoid door lock untuk membuka kunci dan begitupun dengan relay motor servo akan memberikan suplai tegangan pada motor servo agar membuka pintu secara otomatis setelah pengunci solenoid door lock ter-

buka. Fungsi saklar limit itu sendiri yaitu sebagai saklar atau tombol reset dari alat yang dibuat agar dapat mengembalikan sistem pada kondisi awal yang mana apabila alat telah berkerja dengan baik maka perlu dilakukan reset agar alat dapat berkerja dengan baik kembali.

Fungsi lain dari saklar limit yaitu agar dapat menghilangkan atau memutuskan tegangan pada motor servo agar posisi motor servo dapat di kembalikan pada posisi awal dan pintu dapat tertutup karena apabila tidak dilakukan reset pada alat maka tegangan pada motor servo akan tetap ada dan membuat motor servo mengeras sehingga sulit untuk dikembalikan pada posisi awal atau untuk menutup pintu, dengan dilakukannya reset maka akan memutuskan atau menghilangkan tegangan pada motor servo sehingga memberikan kemudahan untuk mengembalikan posisi motor servo seperti pada posisi awal sebelum alat dijalankan atau memberikan kemudahan untuk menutup pintu.

Rangkaian LCD 16x2 disusun berdasarkan pin-pin yang telah disediakan dimana 6 pin dari LCD dihubungkan ke arduino uno. LCD yang terdapat pada perancangan ini menampilkan informasi pembacaan sensor dan komponen lainnya secara real-time pada baris pertama dan pada baris kedua. Perancangan rangkaian di atas kemudian diujicoba untuk memastikan apakah semua komponen dapat berjalan sesuai fungsinya masing-masing. Langkah selanjutnya setelah rangkaian yang diujicoba berhasil adalah membuat skema tata letak komponen yang dirangkai di atas permukaan papan PCB. Langkah selanjutnya yaitu membuat skematik rangkaian dengan menggunakan aplikasi yang bisa membuat skematik rangkaian yaitu aplikasi Proteus 7.

Pengeboran pada setiap titik komponen sesuai dengan ukuran matabornya merupakan langkah selanjutnya setelah merancang tata letak komponen dan setelah pembuatan skema rangkaiannya, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan komponen pada papan arduino uno. Hal yang perlu diperhatikan pada tahap pemasangan komponen adalah memastikan jumper dipasang serta pemasangan pada panel pada setiap komponen. Pembuatan sketch/program dilakukan berdasarkan kondisi-kondisi yang ingin diterapkan pada sistem akses kontrol pintu menggunakan sidik jari atau bisa dikatakan berdasarkan flowchart program yaitu diagram alir program dimana program pertama kali dieksekusi terlebih dahulu, proses looping program hingga program berakhir.

Flowchart tersebut kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa C. Sketch/program yang telah dibuat kemudian diverifikasi untuk mengecek kode-kode yang kemungkinan mengandung kesalahan. Sketch/program yang sudah diverifikasi selanjutnya diupload ke arduino uno via USB yang telah

disambungkan ke komputer hingga muncul informasi Done uploading yang berarti proses upload sukses. Aplikasi program yang digunakan dalam menulis sketch hingga menguploadnya ke arduino adalah arduino IDE versi 1.5.5.

7.2.1 Sumber Tegangan

Sumber tegangan yang digunakan pada rangkaian ini menggunakan dua buah tegangan (adaptor) yaitu tegangan 5 VDC yang digunakan untuk menyuplai arduino uno dan motor servo, sedangkan tegangan 12 VDC digunakan untuk menyuplai tegangan untuk relay dan solenoid door lock dan motor servo. Alasan pemisahan adaptor ini karena dari hasil ujicoba diketahui bahwa IC regulator di arduino pada saat menggunakan 12 VDC terasa panas. Panas ini dapat menyebabkan kerusakan pada arduino karena pada aplikasi yang sesungguhnya, produk ini bekerja selama 24 jam sehingga pemilihan 5 VDC cukup tepat untuk menyuplai tegangan kerja arduino uno. Pemilihan 12 VDC pada relay karena tegangan kerja relay yang digunakan adalah 12 VDC sehingga penggunaan tegangan kurang dari 12 VDC menyebabkan relay tidak dapat bekerja.

7.2.2 Rangkaian Relay

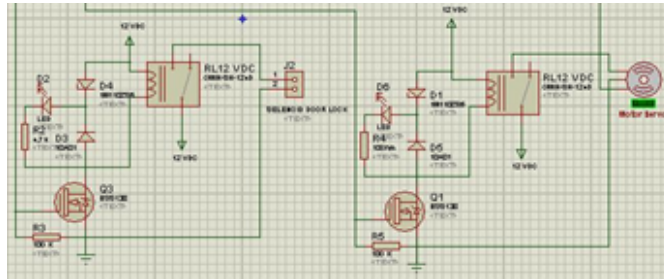
Pada perancangan ini dapat diketahui bahwa alasan pemilihan modul relay yang mana dalam satu modul terdapat beberapa komponen diantaranya resistor, transistor, dioda dan relay. Modul relay ini berfungsi untuk menyuplai tegangan pada solenoid door lock dan motor servo agar dapat bekerja dengan besar tegangan yang dibutuhkan komponen tersebut. Modul relay yang digunakan terdapat dua buah yaitu relay untuk solenoid door lock dan relay untuk motor servo.

Modul relay yang digunakan pada perancangan ini yaitu modul relay 12 VDC, karena komponen yang ingin disuplai akan bekerja dengan tegangan 12 VDC jadi penggunaan relay dibawah 12 VDC tidak akan bisa memberikan suplai tegangan yang di butuhkan oleh solenoid door lock dan motor servo.

Modul relay digunakan untuk memberikan kemudahan dalam perakitan agar tidak lagi membutuhkan waktu yang lama untuk membuat rangkaian relay yang belum tentu rangkaian yang dibuat tersebut berhasil. Modul relay tersebut sudah dilengkapi dengan komponen yang bersifat pasif dan juga kompnen yang bersifat aktif sehingga output yang dikeluarkan oleh relay akurat.

Komponen dioda pada modul relay ini yang katodanya dihubungkan ke

masing-masing kutub pada relay maupun pada solenoid door lock dan motor servo untuk mencegah arus feedback yang besar akibat koil pada saklar relay off atau dapat dikatakan sebagai proteksi transistor untuk menghubungkan singkat tegangan induksi yang mungkin terjadi saat peralihan kondisi dari on ke off. Gambar skematik rangkaian relay dapat dilihat berikut ini.



Gambar 7.17: Skematik Relay Pada Solenoid Door Lock Dan Motor Sevo

Pada rangkaian skematik di atas, dapat dijelaskan bahwa solenoid door lock dihubungkan ke kontak NO (Normally Open) relay. Alasan tersebut adalah pada saat relay belum disuplai tegangan maka medan magnet tidak terjadi serta saklar/contactor relay masih terhubung dengan kontak NC (Normally Close) relay. Akan tetapi pada saat relay mendapat suplai tegangan, maka kumparan menimbulkan medan magnet yang menarik saklar relay dari kontak NC ke kontak NO. Begitupula pada saat suplai tegangan dimatikan maka medan magnet pada kumparan hilang sehingga pegas menarik kembali saklar ke posisi semula yaitu ke kontak NC. Peristiwa pada saat saklar terhubung ke kontak NO menyebabkan solenoid door lock terbuka serta pada saat saklar terhubung ke kontak NC maka solenoid door lock dalam keadaan terkunci.

Hasil pengukuran tegangan dapat diketahui bahwa besarnya nilai tegangan pada relay adalah 12 VDC pada saat solenoid door lock mengunci dan pintu terbuka (relay aktif). Hasil pengukuran tegangan pada coil relay menunjukkan nilai tegangan 12 VDC pada saat solenoid door lock terbuka dan pintu terbuka, maka dapat dikatakan bahwa arduino uno mengirimkan sinyal high yang membuat transistor seperti sebuah saklar yang tertutup (on) sehingga arus dapat mengalir dari collector menuju emitter yang membuat tegangan 12 VDC dapat mengalir ke relay. Sedangkan hasil pengukuran tegangan DC pada relay yakni Normally Open dan contactor saat relay aktif adalah 12 V. Ini menandakan bahwa tegangan DC dari contactor relay yaitu 12 VDC dipakai untuk mengaktifkan solenoid door lock sehingga ada

tegangan DC yang berada pada Normally Open.

Hasil pengukuran tegangan di NO relay transistor pada saat solenoid door lock terkunci atau tertutup adalah 0 VDC. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada saat solenoid door lock terkunci, maka arduino uno mengirimkan sinyal low yang membuat transistor seperti saklar yang terbuka (off) sehingga tidak ada arus yang mengalir dari kolektor ke emitor. Kondisi ini juga menyebabkan tegangan pada coil relay juga bernilai 0 VDC. Adapun nilai hasil pengukuran tegangan DC pada relay yakni Normally Open dan Contactor saat relay tidak aktif/mati adalah 12 VDC. Ini menandakan bahwa tegangan DC dari Contactor tidak mengalir ke Normally open yang pada akhirnya membuat solenoid door lock tidak aktif/mati karena tidak mendapat suplai tegangan 12 VDC. Contoh penjelasan tentang cara kerja relay pada saat aktif dan tidak aktif dapat dilihat pada program/sketch berikut :

```
digitalWrite(A3,HIGH);
lcd.clear();
lcd.print("Silahkan Masuk");
delay(1000);
digitalWrite(A2, HIGH);
myservo.write(90);
delay(3000);
```

7.2.3 Sensor Ultrasonik

Hasil pengukuran tegangan sensor ultrasonik pada saat aktif dan pada saat membaca objek adalah 5 VDC. Tegangan ini juga bernilai sama pada saat tidak ada objek yang di deteksi. Tegangan 5 VDC sudah sesuai dengan datasheet sensor HC-SR04 yang memberikan keterangan bahwa tegangan kerja sensor ultrasonik adalah 5 VDC. Hasil pengukuran tegangan Trigger dan Echo pada saat tidak ada objek yang di deteksi adalah 0,0075 VDC - 0,015 VDC sedangkan hasil pengukuran tegangan Trigger dan Echo pada saat sensor ultrasonik dalam keadaan membaca atau mengidentifikasi objek adalah 0,008 VDC - 0,01VDC.

Tegangan ini dapat dijelaskan bahwa trigger mengirimkan pulsa dan echo menerimanya dimana waktu tempuh gelombang pada saat dikirim dan diterima pada saat ada objek yang dideteksi itu lebih singkat dibandingkan waktu tempuh gelombang yang dicapai pada saat tidak ada objek yang dideteksi. Waktu tempuh ini sesungguhnya berbanding lurus dengan tegangan yang dihasilkan pada saat pengukuran, sehingga range nilai tegangan pengukuran pada saat ada objek yang diidentifikasi lebih kecil dibandingkan pada

saat tidak ada objek yang diidentifikasi. Adapun bagian program/sketch yang dieksekusi adalah :

```
Serial.print(ultrasonic.Ranging(CM)); // CM or INC
Serial.println(" cm" );
delay(50);
if(ultrasonic.Ranging(CM)>=30)
  getFingerprintIDez();
  delay(50);
```



Gambar 7.18: Sensor Ultrasonic

7.2.4 Sensor Fingerprint

Pada saat sensor ultrasonik mengirim sinyal high atau bernilai high maka sensor fingerprint secara otomatis akan aktif. Pada saat yang sama sensor fingerprint akan memberi kode atau berkedip kedip sebagai penanda/isyarat bahwa sensor fingerprint siap menscan sidik jari. Kondisi sensor fingerprint siap menscan jika telah berkedip beberapa kali dan itu merupakan syarat yang harus ada disensor fingerprint pada kondisi awal (pertama aktif). Selain itu, fungsi lain dari syarat tersebut adalah ketika sensor fingerprint telah selesai menscan sidik jari.

Sensor fingerprint nonaktif secara otomatis ketika sesaat setelah tidak ada lagi sidik jari yang perlu discan dan akan aktif kembali jika ada objek yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik. Fungsi boolean tidak disertakan sebagai syarat untuk menonaktifkan sensor fingerprint dengan alasan untuk mengakomodasi dua kondisi pada saat sensor fingerprint dinyalakan menjadi sensor fingerprint kondisi mati. Kondisi ini dapat dilihat pada sketch/program arduino yang dieksekusi berikut ini.

```
int getFingerprintIDez()
uint8_t p= finger.getImage();
if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;
```



```

p = finger.image2Tz();
if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;
p = finger.fingerFastSearch();
if (p != FINGERPRINT_OK) return -1;
digitalWrite(A3,HIGH);
lcd.clear();
lcd.print("Silahkan Masuk");
delay(1000);
digitalWrite(A2, HIGH);
myservo.write(90);
delay(3000);
// found a match!
Serial.print("Found ID #");
Serial.print(finger.fingerID);
Serial.print(" with confidence of ");
Serial.println(finger.confidence);
return finger.fingerID;

```

Hasil pengukuran tegangan pada saat sensor fingerprint aktif adalah 5 VDC, sedangkan pada saat tidak aktif adalah 0 VDC. Hal ini sesuai dengan tegangan kerja yang tertera pada keterangan sensor fingerprint yaitu 5 VDC.



Gambar 7.19: Skematik fingerprint

Hasil ujicoba menunjukkan tingkat keberhasilan ketika sensor fingerprint diujicoba pada saat hidup adalah 100%. Hal ini karena dari 5 kali ujicoba diperoleh 5 kali pengujian yang berhasil yang dimana setiap kali ujicoba yang berhasil menyumbang 20% tingkat keberhasilan. Hal ini juga diikuti ketika sensor fingerprint diujicoba pada saat padam dengan presentasi keberhasilan 100%.

7.2.5 Solenoid Door Lock

Pada saat sensor ultrasonik memberika sinyal high atau bernilai satu maka arduino akan mengirim sinyal tersebut pada sensor fingerprint sehingga sensor fingerprint aktif dan hasil dari scan sidik jari dapat dilihat ketika

sidik jari diterima atau dikenali yang membuat arduino mengirim sinyal high untuk mengaktifkan relay sehingga solenoid door lock aktif/terbuka. Hasil pengukuran tegangan pada saat solenoid door lock aktif yaitu 12 VDC. Pada kondisi lain, ketika pintu tertutup kembali, maka solenoid door lock akan aktif untuk terkunci atau tertutup sehingga pintu terkunci otomatis. Pada saat pintu tertutup sempurna dapat dilihat bahwa arduino mengirim sinyal low untuk menon-aktifkan relay yang membuat pompa air mati. Tegangan pada saat solenoid door lock tidak aktif yaitu 0 V.

Solenoid door lock nonaktif secara otomatis ketika motor servo membuka pintu secara sempurna yaitu ketika pintu berada pada kondisi terbuka lebar karena pada saat pintu terbuka dengan sudut 90o saklar limit akan tertekan dan mereset sistem maka akan kembali ke keadaan awal. Fungsi boolean tidak disertakan sebagai syarat untuk menonaktifkan solenoid door lock dengan alasan untuk mengakomodasi dua kondisi pada saat Solenoid door lock diaktifkan menjadi Solenoid door lock dalam kondisi nonaktif. Kondisi ini dapat dilihat pada sketch/program arduino yang dieksekusi berikut ini.

```
digitalWrite(A3,HIGH);

lcd.clear();

lcd.print("Silahkan Masuk");

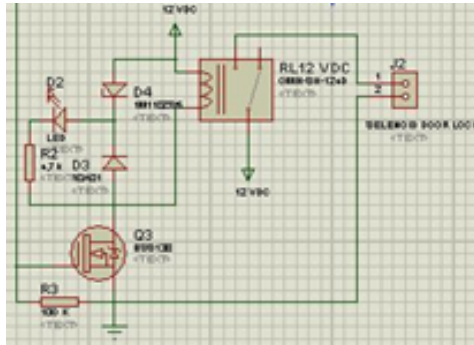
delay(1000);

digitalWrite(A2, HIGH);

myservo.write(90);

delay(3000);
```

Keberadaan motor servo merupakan representasi dari kondisi pintu apakah pintu tertutup ataukah pintu dalam keadaan terbuka. Motor servo pada perancangan ini di desain sebagai pembuka pintu bagi orang-orang yang mengakses sidik jari mereka dan diterima oleh arduino. Adapun tegangan hasil pengukuran pada saat motor servo membuka pintu adalah 5 VDC sedangkan tegangan motor servo pada saat pintu tertutup adalah 0 VDC. Penjelasan kondisi motor servo ini dapat dilihat pada sketch/program arduino yang dieksekusi berikut ini.



Gambar 7.20: Skematik Rangkaian Selenoid Door Lock

```
digitalWrite(A3,HIGH);
lcd.clear();
lcd.print("Silahkan Masuk");
delay(1000);
digitalWrite(A2, HIGH);
myservo.write(90);
delay(3000);
```

7.2.6 Display LCD

LCD menampilkan display pertama kali yaitu Tugas Akhir pada baris pertama dan pada baris kedua muncul tulisan Pintu Otomatis selama 4 detik. Display ini kemudian dihapus untuk menampilkan display yang baru yaitu display TA. Edy Sarfian (pada baris pertama) dan Muh. Mujahiduddin (pada baris kedua). Display yang tampil pertama kali dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7.21: Liquid Crystal Display

```
lcd.begin(16, 2);
lcd.clear();
```

```
lcd.setCursor(2,0);  
lcd.print("System");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.println("_Pintu Otomatis.");  
delay(1000);  
lcd.clear();  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("TA. Emebedded System");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.println("Robotics");  
delay(1000);
```

Program di atas memberikan penjelasan bahwa program tersebut menampilkan informasi perintah untuk mengakses sidik jari terlebih dahulu untuk bisa membuka pintu dan apabila akses diterima maka pintu terbuka secara otomatis, tetapi bila mana akses tidak diterima atau sidik jari tidak terdeteksi maka pintu tidak akan terbuka.. Display informasi ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7.22: Display Keadaan Pintu Terbuka

Hasil uji coba display LCD menunjukkan tingkat keberhasilan ketika LCD diujicoba pada saat alat dinyalakan dan dioperasikan adalah 100 %. Hal ini karena dari 5 kali ujicoba diperoleh 5 kali pengujian yang berhasil yang dimana setiap kali ujicoba yang berhasil menyumbang 20 % tingkat keberhasilan. Hal ini juga diikuti ketika LCD diujicoba pada saat tidak aktif dengan presentasi keberhasilan 100 %.

7.2.7 Tombol Push Botton

Perancangan ini menggunakan satu buah tombol push botton yang mana fungsi dari push botton tersebut yaitu untuk membuka pintu dari dalam karena apabila pintu sudah ditutup dari dalam tidak ada jalan lain untuk membuka pintu dari dalam selain dibukan dari luar dengan cara menscan

kembali sidik jari maka dari itu dalam perancangan ini menggunakan satu buah push botton untuk menjadi pemicu tersuplainya tegangan ke modul relay sehingga solenoid door lock dapat aktif dan membuka kunci, begitupun dengan relay motor servo juga akan aktif dan membuka pintu bila tombol push botton tersebut di tekan.

```
buttonState = digitalRead(buttonPin);
if (buttonState == LOW)
digitalWrite(A3,HIGH);
lcd.clear();
lcd.print("Pintu Terbuka");
delay(1000);
digitalWrite(A2, HIGH);
myservo.write(90);
```

7.2.8 Saklar Limit

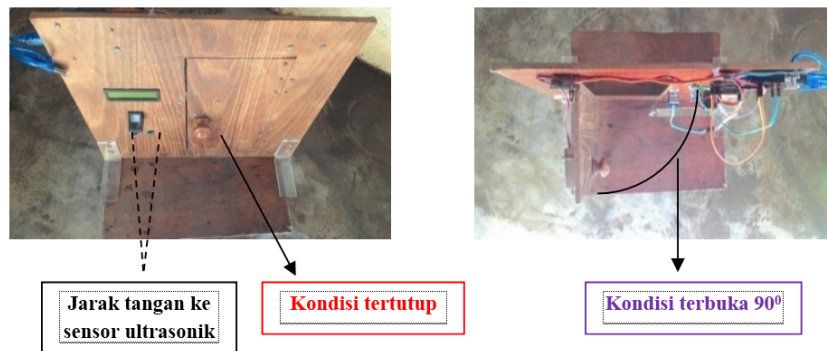
Perancangan ini di dalamnya terdapat satu buah saklar yaitu saklar limit yang mana fungsi dari saklar tersebut untuk mereset semua sistem yang telah berjalan sehingga kembali keadaan awal. Peresetan disini dimaksudkan untuk memberikan kemudahan dalam penutupan pintu karena pada perancangan ini pintu akan tertutup apabila ditutup sendiri oleh pengguna maka dari itu diperlukan peresetan sistem karena motor servo yang membuka pintu akan tetap dalam posisi sudut 90^0 dengan tegangan 5 VDC jadi jika tidak direset maka tegangan pada motor servo akan tetap bernilai 1 (high) sehingga pintu tidak dapat ditutup karena motor servo mengeras dan tegangan pada motor servo tidak putus.

Saklar limit pada perancangan ini digunakan untuk mengembalikan tegangan yang tadinya bernilai 1 (high) berubah menjadi bernilai 0 (low) sehingga kembali pada keadaan awal, setelah semua sistem tereset maka semua komponen akan kembali pada keadaan awal kecuali motor servo walaupun tegangan pada motor servo telah terputus atau bernilai 0 (low) posisi motor servo akan tetap 90^0 dan pintu tetap terbuka dengan sudut 90^0 sesuai dengan sudut yang diberikan oleh motor servo maka dari itu dengan adanya saklar limit tegangan motor servo akan bernilai 0 (low) setelah dilakukan reset dan akan memudahkan pengguna untuk menutup pintu dan mengembalikan posisi awal motor servo karena motor servo tidak lagi mengeras.

7.2.9 Desain pintu menggunakan sidik jari

Desain pintu menggunakan sidik jari menggunakan ukuran panjang dan lebar yaitu 1 m x 1,5 m dengan berat beban/pintu maksimal 15 Kg karena mengingat motor servo yang digunakan hanya memiliki torsi maksimal 15 Kg. Adapun jarak antara objek/tangan dengan sensor ultrasonik didapat dari nilai jarak total (jarak dari sensor ke telapak tangan) distance (jarak dari sensor ke jarak aktif yang telah ditentukan).

Adapun data sidik jari antara objek/jari tangan dengan sensor fingerprint didapat dari kerapatan jari (jarak dari sensor ke sidik jari). Selain itu, pada pintu otomatis ini terdapat dua kondisi yaitu set point dan max point. Set point digunakan sebagai istilah untuk kondisi pintu dalam keadaan tertutup sedangkan max point digunakan sebagai istilah untuk kondisi pintu dalam keadaan terbuka. Kondisi set point ini juga menjadi dasar dalam membuat solenoid door lock terbuka secara otomatis.



Gambar 7.23: Display Keadaan Pintu

Sedangkan kondisi max point dijadikan dasar dalam membuat motor servo untuk membuka pintu secara otomatis ketika solenoid door lock sudah terbuka dan tidak lagi mengunci pintu. Unsur penting dalam desain pintu menggunakan sidik jari dapat dibagi menjadi 4 bagian yaitu kerapatan sidik jari, distance atau jarak, set point (kondisi tertutup) dan max point (kondisi terbuka). Adapun gambaran unsur penting dalam mendesain pintu menggunakan sidik jari dapat dilihat pada gambar 7.23.

Desain perancangan akses kontrol pintu dengan menggunakan sidik jari ini menggunakan pengontrol yaitu arduino dengan jenis arduino uno. Pada perancangan ini, penulis menggunakan 11 pin digital input/output yang dikelompokkan sebagai berikut.

1. Pin reset digunakan sebagai pin untuk saklar limit, pin analog A1 digunakan sebagai pin untuk tombol push botton, pin analog A4 & A5 digunakan sebagai pin Echo & Trigger pada sensor ultrasonik HC-SR04 yang dipasang di depan pintu, pin digital input meliputi pin 6 & 7 digunakan sebagai pin TxD & RxD pada sensor fingerprint yang dipasang di depan pintu.
2. Pin digital output meliputi :
 - Pin 2,3,4,5 digunakan data bit untuk LCD serta pin 11 & 12 untuk reset dan enable pada LCD.
 - Pin A2 digunakan sebagai output untuk mengontrol solenoid door lock.
 - Pin A3 digunakan sebagai output untuk mengontrol motor servo.

Rangkuman

1. Robot System Path diatur dalam bentuk path untuk memindahkan sebuah barang, Pengontrolan robot menggunakan mikrokontroller Atmega32 yang terhubung oleh perangkat masukan yaitu sensor proximity sebagai sensor yang berfungsi untuk membaca jalur, Push Button yang berfungsi untuk pengimput atau mengelolah data path, dan perangkat keluaran yaitu motor DC sebagai penggerak robot, motor servo sebagai gripper untuk pengangkut barang, LCD (Liquid Crystal Display) untuk menampilkan data path.
2. Rangkaian sistem minimum atau yang sering di singkat dengan nama sismin adalah suatu pusat rangkaian pengontrol dari sebuah Robot. Yang di dalamnya terdapat sebuah IC (integrate sircuit) mikrokontroler yaitu perpaduan antara mikrokontrol dan mikroprosesor. Rangkaian sismin sangat berperang penting karena merupakan pusat atau inti dari suatu rangkaian. Dalam rangkaian sistem minimum terdapat beberapa komponen aktif dan fasif seperti dioda dan Transistor yang merupakan komponen aktif. Resisto, Trimmer, Kapasitor, dan Elko sebagai komponen pasif.
3. Arah terbagi atas 12 pilihan yaitu, Stop, Lurus, Kanan, Kiri, Am-Ka (ambil barang sebelah kanan), Am-Ki (ambil barang sebelah kiri), Am-LKa (ambil barang lurus kemudian belok kanan), Am-Lki (ambil barang lurus kemudian belok kiri), Sm-Ka (simpan barang sebelah kanan), Sm-Ki (simpan barang sebelah kiri), Sm-Lka (simpan barang lurus kemudian belok kanan), dan Sm-Lki (simpan barang kemudian belok kiri).
4. Aeduino uno, Rangkaian Relay, Sensor Ultrasonik, Sensor Fingerprint, Selenoid Door Lock, Display LCD Push Botton, dan Saklar Limit.

Tugas

Jelaskan aplikasi rekayasa embedded sistem and robotics?

SOAL

1. Jelaskan jelaskan embedded sistem path planning.
2. Apa yang di maksud dengan sismin (sistem minimum).
3. Tuliskan 12 Fitur path planning yang sering digunakan.
4. Deskripsikan dengan baik akses kontrol pintu dengan sidik jari.
5. Sebutkan komponen utama akses kontrol pintu dengan sidik jari.

Daftar Pustaka

- Abdulrohman: 2013, *Perancangan Embedde System*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Adrianto, H.: 2013, *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVisionAVR)*, Informatika bandung, Bandung.
- Adrianto, H.: 2015, *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVisionAVR)*, Informatika bandung, Bandung.
- Budhi Widodo, R.: 2009, *Embedde System Menggunakan Mikrokontroler dan Pemrograman C*, CV Andi Offset, Yogyakarta.
- Budiharto, W.: 2010, *Robotika - Teori dan Implementasi*, CV Andi Offset, Yogyakarta.
- Budiharto, W.: 2014, *Robotika Modern - Teori dan Implementasi*, CV Andi Offset, Yogyakarta.
- Habibi: 2012, Sistem Akuisi Data.
URL: <https://habibipte.blogspot.co.id/>
- Ibrahim Hi Hasan, A.: 2010, Otodidak Teknologi Informasi dan Komunikasi.
URL: <https://visilubai.wordpress.com/>
- Iswanto: 2011, *Belajar Mikrokontroler AT89S51 dengan Bahasa C*, CV Andi Offset, Yogyakarta.
- Nur Jatmika, Yusep: 2011, *Cara Mudah Merakit Robot Untuk Pemula*, Flashbooks, Jogjakarta.
- Pambudi: 2011, Pengertian Sistem Embedded.
URL: <https://fitriani.wordpress.com/>

- Rangkuti, S.: 2011, *Mikrokontroler Atmel AVR Simulasi dan Praktik Menggunakan ISIS Proteus dan CodeVisionAVR*, Informatika Bandung, Bandung.
- Rusmadi, D.: 2007, *Belajar Rangkaian Elektronika Tanpa Guru*, DelFajar, Bandung.
- Syahrul: 2012, *Mikrokontroler AVR ATmega8535*, Informatika Bandung, Bandung.
- Z Karnain, I.: 2009, Rangkaian Akuisi Data.
URL: <http://isktutorialrad.blogspot.co.id/>

Kunci Jawaban Soal

BAB 1. Embedded System

1. Embedded system atau sistem tertanam merupakan sistem komputer khusus yang dirancang untuk menjalankan tugas tertentu dan biasanya sistem tersebut tertanam dalam satu kesatuan sistem. Sistem ini menjadi bagian dari keseluruhan sistem yang terdiri atas mekanik dan perangkat keras lainnya.
2. seperti jam digital dan MP3 player
3. Sistem Embedded berdiri sendiri (Stand Alone), Sistem Embedded Real-Time, dan Networked Embedded Systems.
4. Model Embedde System adalah sebuah pola sederhana dari sebuah sistem yang menggambarkan fungsi-fungsi sistem. Model dibuat untuk memudahkan dalam menggambarkan kondisi yang sebenarnya. Model memiliki tingkat abstraksi yang lebih tinggi dari sistem yang sesungguhnya tanpa kehilangan fungsi-fungsi dasar sistemnya.

BABA 2. System Akuisi Data

1. Pada tahun 1963, IBM memproduksi komputer yang khusus untuk akuisisi data. Ini termasuk IBM 7700 Sistem Akuisisi Data dan pengantinya, IBM 1800 Data Akuisisi dan Kontrol Sistem. Sistem ini khusus yang mahal melebihi tahun 1974 dengan tujuan umum S-100 komputer dan akuisisi data kartu yang diproduksi oleh Tecmar Solusi / Ilmiah Inc Pada tahun 1981 IBM memperkenalkan IBM Personal

Computer dan Ilmiah Solusi memperkenalkan produk data akuisisi pertama PC.

2. blok diagram akuisisi data (1). Transduser: berfungsi untuk merubah besaran fisis yang diukur kedalam bentuk sinyal listrik. (2). Amp: berfungsi untuk memperbesar amplitudo dari sinyal yang dihasilkan transduser. (3). LPF : berfungsi untuk membatasi lebar band frekuensi sinyal listrik dari data yang diukur. (4). S/H : berfungsi untuk menjaga amplitudo sinyal analog tetap konstan selama waktu konversi analog ke digital. (5). A/D : berfungsi untuk merubah besaran analog kedalam bentuk representasi numerik. (6). D/A : berfungsi untuk merubah besaran numerik kedalam sinyal analog. (7). Komputer : berfungsi untuk mengolah data dan mengontrol proses.
3. Sistem akuisisi data dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Jenis serta metode yang di pilih pada umumnya bertujuan untuk menyederhanakan setiap langkah yang dilaksanakan pada keseluruhan proses. Suatu sistem akuisisi data pada umumnya dibentuk sedemikian rupa sehingga sistem tersebut berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyimpan data dalam bentuk yang siap untuk diproses lebih lanjut.
4. (1). Suatu konfigurasi sistem akuisisi data sangat tergantung pada jenis dan jumlah transduser serta teknik pengolahan yang akan digunakan. Konfigurasi ini dapat di lihat dari banyaknya transduser atau kanal yang digunakan, kecepatan pemrosesan data dan letak masing-masing komponen pada sistem akuisisi data. (2). Sistem Kanal Banyak Terdapat tiga jenis metode untuk menyusun suatu sistem akuisisi data dengan banyak transduser. Perbedaan utama pada ketiga jenis ini ditentukan oleh letak multiplexer didalam sistem. Sistem pertama meletakkan multiplexer pada ujung bagian depan, sehingga sinyal analog yang mengalami proses pemilihan masuk kekanal. (3). Sistem akuisisi data yang menggunakan komputer digital sebagai pengolah data kecepatannya ditentukan oleh proses pengubahan sinyal analog ke digital. Untuk mempercepat akuisisi data biasanya digunakan suatu konverter analog ke digital yang berkecepatan tinggi yang disebut dengan FLASH A to D. (4). Suatu sistem akuisisi data yang mempunyai komponen pengambil dan pengolah data dengan jarak berjauhan, maka dibutuhkan media untuk mentransfer antara kedua sub sistem

tersebut. Kondisi ini membutuhkan sistem memori yang disuplai baterai sebagai penampung sementara, memori seperti ini disebut sistem memori RAMPACK.

5. Transducer, Operational Amplifier, Instrumentation Amplifier, Rangkaian Fungsi Analog, Multiplexer Analog, Rangkaian Sample-and-Hold, Analog-to-Digital Converter, Digital-to-Analog Converter, Prosesor Data Digital, dan Filter.

BABA 3. Mikrokontroler

1. (1) tahun 1617, John Napier menemukan sistem untuk melakukan perkalian dan pembagian berdasarkan logaritma. (2) Tahun 1694, Gottfried Wilhelm Leibniz membuat mesin mekanik yang dapat melakukan operasi $+$, $-$, $*$, $/$ dan akar kuadrat. (3) Tahun 1835, Charles Babbage mengusulkan komputer digital (Digital Computer) pertama di dunia menggunakan punched card untuk data dan instruksi, serta program control (looping and branching) dengan unit aritmatika dan unik penyimpanan. (4) Tahun 1980, Intel 8051 atau lebih dikenal dengan keluarga mikrokontroler yang paling populer. Vendor lain yang mengadopsi mikrokontroler Intel 8051 yaitu: Philips, Siemens, Atmel. ATMEGA juga membuat Mikrokontroler MCS 51 yaitu mikrokontroler Atmel seri AT89xxx, misalnya: AT89S51 dan AT89S52. (5) Tahun 1996, Atmel AVR adalah salah satu keluarga mikrokontroler pertama yang menggunakan on-chip flash memory untuk penyimpanan program.
2. CISC (Complex Instruction Set Computer) Mikroprosesor CISC merupakan jenis mikrokontroler yang memiliki jumlah instruksi yang kompleks dan lengkap. Contoh: Mikrokontroler CISC: Intel 80C51 (MCS51) dan Motorola 68HC11 mengikuti arsitektur CISC. Sedangkan RISC (Reduce Instruction Set Computer) Mikroprosesor RISC merupakan jenis mikrokontroler yang memiliki jumlah instruksi yang terbatas dan sedikit. Pada arsitektur RISC jumlah instruksi lebih sedikit, tetapi memiliki banyak register dibandingkan dengan CISC. Selain itu pada arsitektur RISC kebanyakan instruksi dieksekusi hanya dalam satu clock cycle dan mode addressing memory yang sederhana. Contoh mikrokontroler RISC: ATMEGA, Microchip PIC2/16CXX dan National Semiconductor COP8.

3. (1) Mikrokontroler TinyAVR (ATTiny) adalah mikrokontroler 8 bit. ATTiny merupakan mikrokontroler avr kecil dan memiliki peripheral yang terbatas. (2) Mikrokontroler AT90S adalah mikrokontroler 8 bit jenis lama, merupakan mikrokontroler avr klasik. (3) Mikrokontroler Atmega adalah mikrokontroler 8 bit. Atmega memiliki peripheral lebih banyak dibandingkan dengan seri ATTiny. (4) Mikrokontroler Xmega adalah mikrokontroler 8/16 bit. Xmega memiliki peripheral baru dan canggih dengan untuk kerja, sistem monitoring event dan DMA yang ditingkatkan, serta merupakan pengembangan keluarga AVR untuk pasar low power dan high performance. Dengan adanya fitur DMA (direct memory access) dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kemacetan pada saat transfer data. Xmega mendukung kriptografi AES dan DES. (5) Mikrokontroler AVR32 adalah mikrokontroler 32 bit, mikrokontroler ini pertama kali dibuat oleh atmel pada tahun 2006. AVR32 menggunakan arsitektur RISC 32 bit, mikrokontroler ini ditujukan untuk bersaing dengan mikrokontroler yang berbasis prosesor ARM mikrokontroler AVR32 tidak memiliki EEPROM internal, sebagai pengganti EEPROM, AVR32 dapat menggunakan SD Card dan MMC.
4. Mikrokontroler AVR (Alf and Vegards Risc processor) dari Atmel ini menggunakan arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer) yang artinya prosesor tersebut memiliki set instruksi program yang lebih sedikit dibandingkan dengan MCS-51 yang menerapkan arsitektur CISC (Complex Instruction Set Computer). Mikrokontroler AVR RISC (Reduced instruction set computing atau Komputasi set instruksi yang disederhanakan pertama kali digagas oleh John Cocke) adalah perangkat yang di desain untuk berjalan dengan cepat, dengan menggunakan instruksi mesin yang disederhanakan sehingga dapat meningkatkan kinerja dari mikrokontroler. (sebelum ada RISC, namanya CISC (Complex Instruction Set Computers). sedangkan mikrokontroler Arduino Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardware-nya memiliki prosesor Atmel AVR dan software-nya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

BABA 4. Papan Sistem Terpadu

1. Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Sedangkan Wemos adalah sebuah board Mikrokontroler pengembangan berbasis modul mikrokontroler ESP 8266. Board Wemos dibuat sebagai solusi dari mahalnya sebuah sistem wireless berbasis Mikrokontroler lainnya. kemudian Raspberry Pi, sering disingkat dengan nama Raspi, adalah komputer papan tunggal (single-board circuit; SBC) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi.
2. Perbedaanya Sebagai Berikut :
 1. Jenis yang ini adalah yang paling banyak digunakan. Terutama untuk pemula sangat disarankan untuk menggunakan Arduino Uno. Dan banyak sekali referensi yang membahas Arduino Uno. Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan ATMEGA328 sebagai Mikrokontrolernya, memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog. Untuk pemograman cukup menggunakan koneksi USB type A to To type B. Sama seperti yang digunakan pada USB printer.
 2. Berbeda dengan saudaranya, Arduino Due tidak menggunakan ATMEGA, melainkan dengan chip yang lebih tinggi ARM Cortex CPU. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin input analog. Untuk pemogramannya menggunakan Micro USB, terdapat pada beberapa handphone.
 3. Arduino Mega Mirip dengan Arduino Uno, sama-sama menggunakan USB type A to B untuk pemogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan Chip yang lebih tinggi ATMEGA2560. Dan tentu saja untuk Pin I/O Digital dan pin input Analognya lebih banyak dari Uno.
3. berikut Spesifikasi :
 1. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset.
 2. A 32 bit RISC CPU running at 80MHz, 64Kb of instruction RAM

and 96Kb of data RAM, 4MB flash memory! Yes thats correct, 4MB!, Wi-Fi, 16 GPIO pins, I2C,SPI, I2S, dan1 ADC

3. Raspberry Pi board dibuat dgn type yg berbeda yaitu Raspberry Pi type A ,A+ Raspberry Pi type B.,B+ Raspberry pi 2,Rasberry pi 3,Raspberry Pi zero. Perbedaannya antara lain pada Ram dan Port LAN. Type A RAM = 256 Mb dan tanpa port LAN(ethernet), type B = 512 Mb dan terpasang port untuk LAN.

BABA 5. Komunikasi Data dan Interface

1. Komunikasi data adalah pertukaran data antara dua perangkat atau lebih melalui media transmisi misalnya seperti kabel. Untuk bisa terjadinya data komunikasi, perangkat harus saling berkomunikasi atau terhubung menjadi sebuah bagian dari sistem komunikasi, yang terdiri atas kombinasi dari hardware (peralatan fisik atau keras) dan perangkat software (program).
2. sistem komunikasi data tergantung pada empat karakteristik yang mendasar, yaitu pengiriman, akurasi, ketepatan waktu dan juga jitter. Atau bisa juga definisi komunikasi data adalah proses pengiriman dan penerimaan data secara elektronik dari dua atau lebih alat yang terhubung kedalam sebuah network (jaringan) melalui suatu media.
3. Data analog adalah sinyal data dalam bentuk gelombang yang kontinyu, yang membawa informasi dengan mengubah karakteristik gelombang. Dua parameter/karakteristik terpenting yang dimiliki oleh isyarat analog adalah amplitudo dan frekuensi. Isyarat analog biasanya dinyatakan dengan gelombang sinus atau setengah lingkaran, mengingat gelombang sinus merupakan dasar untuk semua bentuk isyarat analog. Hal ini didasarkan kenyataan bahwa berdasarkan analisis fourier, suatu sinyal analog dapat diperoleh dari perpaduan sejumlah gelombang sinus. sedangkan Dalam ilmu elektronika, digital tidak menunjuk pada besar dari voltase atau arus pada suatu tempat dalam rangkaian, tetapi suatu keadaan yang berkaitan dengan voltase atau arus tertentu. Hanya terdapat dua keadaan, yaitu keadaan yang diartikan satu dan keadaan yang diartikana nol. Misalnya "ada" diartikan sebagai 1 dan voltase "tidak ada" diartikan sebagai 0.

BAB 5. Robotics

1. Teknologi saat ini sangat berkembang pesat seiring meningkatnya kemampuan robot cerdas. kata robot sudah tidak asing lagi di telinga kita. kata robot berasal dari Czech, Robota yang berarti bekerja. istilah itu di perkenalkan oleh Karel Capek saat mementaskan RURTesla (Ronnsun's Universal Robots) pada tahun 1921. Meskipun begitu awal kemunculan robot sebelumnya dapat di runut dari bangsa yunani kuno yang membuat patung yang dapat di pindah pindahkan. sekitar 270 BC. pada zaman Nabi Muhammad SAW, telah di buat mesin yang dapat melontarkan bom. Bahkan Al-Jazari (1136-1206) seorang ilmuwan islam pada dinasti Artuqid yang di anggap pertama kali menciptakan Robot Humanoid yang brfungsi sebagai 4 musisi.
2. Robot merupakan sebuah rancangan yang dapat membantu pekerjaan manusia yang dapat bekerja secara terus menerus tanpa mengenal lelah atau bosan, dengan bebrapa aplikasi pendukung seperti sensor, computer controlok, dan aktuator. yang memiliki karakteristi secara umum sepeti : (1). sensing, robot harus dapat mendeteksi lingkungan disekitarnya(halangan, panas, suara dan gambar). (2). Mampu bergerak, robot pada umumnya bergerak menggunkan kaki atau roda. selain itu robot juga dapat terbang atau berenang. (3). Cerdas, Robot memiliki kecerdana buatan supaya dapat memutuskan aksi yang tepat dan akurat. (4). Power, Robot membutuhkan caru daya yang memadai agar unit pengontrol dan akttuator dapat menjalankan fungsinya.
3. Resistor, elko, Ic Regulator, Dioda,dan Led,
4. Sensor adalah komponen yang dapat merespons kondisi lingkungan yang diberikan. Sensor ini dapat berupa sensor cahaya, suara, suhu, tekanan. Dalam teknologi robotika banyak sekali sensor yang digunakan. Pemakaian sensor dalam sebuah robot tergantung pada fungsi robot itu sendiri. (1). Sensor Cahaya. (2). Pir. (3). Ultraconic. (4). UVTRON. (5). Kompas. (6). Gyro. (7). kamera.
5. Aktuator adalah bagian yang berfungsi sebagi penggerak dari perintah yang di berikan oleh Mikrokontroler. aktuator biasanya berupa elektromaknetis yang menghasilkan daya gerakan yaitu; (1). Aktuator Elektromaknetis. (a). Motor DC. (b). Brushled. (c). Motor Servo. (d). Motor stepper. (2). Aktuator Pneumatik and Hidrolik.

BAB 7. Aplikasi Rekayasa Robotic

1. Robot System Path diatur dalam bentuk path untuk memindahkan sebuah barang, Pengontrolan robot menggunakan mikrokontroller Atmega32 yang terhubung oleh perangkat masukan yaitu sensor proximity sebagai sensor yang berfungsi untuk membaca jalur, Push Button yang berfungsi untuk pengimput atau mengelolah data path, dan perangkat keluaran yaitu motor DC sebagai penggerak robot, motor servo sebagai gripper untuk pengangkut barang, LCD (Liquid Crystal Display) untuk menampilkan data path.
2. Rangkaian sistem minimum atau yang sering di singkat dengan nama sismin adalah suatu pusat rangkaian pengontrol dari sebuah Robot. Yang di dalamnya terdapat sebuah IC (integrate sircuit) mikrokontroler yaitu perpaduan antara mikrokontrol dan mikroprosesor. Rangkaian sismin sangat berperang penting karena merupakan pusat atau inti dari suatu rangkaian. Dalam rangkaian sistem minimum terdapat beberapa komponen aktif dan fasif seperti dioda dan Transistor yang merupakan komponen aktif. Resisto, Trimmer, Kapasitor, dan Elko sebagai komponen pasif.
3. Arah terbagi atas 12 pilihan yaitu, Stop, Lurus, Kanan, Kiri, Am-Ka (ambil barang sebelah kanan), Am-Ki (ambil barang sebelah kiri), Am-LKa (ambil barang lurus kemudian belok kanan), Am-Lki (ambil barang lurus kemudian belok kiri), Sm-Ka (simpan barang sebelah kanan), Sm-Ki (simpan barang sebelah kiri), Sm-Lka (simpan barang lurus kemudian belok kanan), dan Sm-Lki (simpan barang kemudian belok kiri).
4. Aeduino uno, Rangkaian Relay, Sensor Ultrasonik, Sensor Fingerprint, Selenoid Door Lock, Display LCD Push Botton, dan Saklar Limit.

Glosarium

AC Tegangan dengan arus bolak balik.

Akusisi masukan, perolehan (tentang data komputer).

Data keterangan nyata

CPU Central Processing Unit, pusat proses pengontrolan pada mikrokontroler.

Counter data penghitung naik atau turun tergantung penggunaannya..

Embedded benam bagian yang tidak dapat berdiri sendiri

Real nyata

Duty Sytle Panjang nilai high pada gelombang PWM.

I/O Input Output pada mikrokontroler.

Memori Tempat penyimpanan data.

Frequensi jumlah gelombang dalam satuan detik.

Sourcing Arus keluaran pada pin mikrokontroler.

Path Sebuah titik, percabangan pada line Followe

Amplitudo ukuran tinggi tegangan dari sinyal.

System Tersusun

AVCC Tegangan referensi untuk pin analog.

Baud Rate jumlah atau banyak data yang dikirimkan dalam waktu yang ditentukan pada komunikasi serial.

Biner Jenis bilangan yang memiliki dua rate atau dua keadaan yaout 1 dan 0.

Bit banyaknya data 0 atau 1 yang dipaket dalam satu group.

Software Perangkat lunak seperti aplikasi pada komputer

DC tegangan dengan arus searah.

V_{ref} Tegangan referensi pada rankaian

Gerbang Logika (Logic Gate) aplikasi pengatur data logika berdasarkan inputyang diterima dan menghasilkan keluaran yang diinginkan.

GND (Ground) pentanahan dalamilmu kelistrikan.

IC Integrated Sisrcuit, komponen elektronika yang memili fungsi logika yang beragam.

Hardware (H/D) perangkat keras seperti papan rankaian elektronika.

Open Source penggunaan perangkat yang bebas dapat dikelola dan dirubah.

Timer Pewaktu dalam mikrokontroler.

Port Delapan pin kaki mikrokontroler yang dipaket.

Serial Jenis pengiriman data yang berturut turut dalam satu jalur.

Single Board Rangkaian elektronika siap digunakan yang teragnkai dalam satu papan.

Lisiting Program (Source Code) kode program untuk dikonversi kemudian diupload ke mikrokontroler.

Planning Perencanaan path

Paralel Jenis pengiriman data yang memiliki banyak jalur pengiriman.

Pin Satu kaki pada mikrokontroler.

VCC Tegangan kerja / tegangan referensi pada aplikasi mikrokontroler. .